

FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

1966

THÈSES

présentées à la
Faculté des Sciences de Montpellier
pour l'obtention
du grade de DOCTEUR-INGENIEUR

par

Charles BARTOLI

Ingénieur Agronome
Ingénieur en Chef du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

PREMIÈRE THÈSE: **Etudes écologiques
sur les associations forestières
de la Haute-Maurienne.**

DEUXIÈME THÈSE: **Aménagement, Sylviculture
et étude des stations.**

Soutenues devant la Commission d'examen

MM. EMBERGER	<i>Président</i>
SAUVAGE	} <i>Examineurs</i>
DUCHAUFOUR	
LOSSAINT	

*Travail publié
avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique*

NANCY
IMPRIMERIE GEORGES THOMAS
1966

FACULTÉ DES SCIENCES DE MONTPELLIER

1966

THÈSES

présentées à la
Faculté des Sciences de Montpellier
pour l'obtention
du grade de DOCTEUR-INGENIEUR

par

Charles BARTOLI

Ingénieur Agronome
Ingénieur en Chef du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

PREMIÈRE THÈSE: **Etudes écologiques
sur les associations forestières
de la Haute-Maurienne.**

DEUXIÈME THÈSE: **Aménagement, Sylviculture
et étude des stations.**

Soutenues devant la Commission d'examen

MM. EMBERGER	<i>Président</i>
SAUVAGE	} <i>Examineurs</i>
DUCHAUFOUR	
LOSSAINT	

*Travail publié
avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique*

NANCY
IMPRIMERIE GEORGES THOMAS
1966



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548305_0009

Faculté des Sciences de Montpellier

Doyen: B. CHARLES

Assesseurs: R. JOUTY - J. FALGUEIRETTES

Doyen honoraire: P. MATHIAS

Professeurs honoraires:

R. JACQUES, M. CASTERAS, E. CARRIÈRE, E. TURRIÈRE, J. SOULA,
G. DENIZOT, J. GRANIER

Professeurs titulaires:

MM.	MOUSSERON	Chimie Organique
	L. EMBERGER	Botanique
	Ch. BOUHET	Physique
	P. MATHIAS	Zoologie et Biologie Générale
	J.P. ROIG	Physique
	P. CHATELAIN	Minéralogie et Cristallographie
Mlle	O. TUZET	Zoologie
Mlle	G. CAUQUIL	Chimie
MM.	G. COUCHET	Mécanique Supérieure
	J. SALVINIEN	Chimie-Physique
Mlle	A.M. VERGNOUX	Physique
MM.	J. AVIAS	Géologie
	P. VIELES	Chimie
	J. RABINOVITCH	Physique (C.S.U.)
	E. KAHANE	Chimie Biologique
	J.J. MOREAU	Mécanique rationnelle
	B. CHARLES	Mathématiques Pures
	J. MOTTE	Biologie Végétale
	R. JOUTY	Physique
	P. DUMONTET	Physique
	R. LEGENDRE	Zoologie
	I. ASSENMACHER	Physiologie Animale
	A. CASADEVALL	Chimie Organique
	B. PISTOULET	Physique
	Ch. ROUMIEU	Analyse Supérieure
	A. POTIER	Chimie Minérale
	R. LAFONT	Physique
	R. JACQUIER	Chimie
	J. FALGUEIRETTES	Minéralogie
Mme	J. CHARLES	Mathématiques
MM.	P. CAILLON	Physique
	J. ROUZAUD	Chimie
	Ch. SAUVAGE	Botanique
	H. CHRISTOL	Chimie (E.N.S.I.)
	A. MARTINEAU	Mathématiques

Professeurs sans chaire:

Mme	M.L. de POUQUES	Botanique (C.S.U.P.)
M.	P. MURAOUR	Géophysique Appliquée
Mme	M. LAFON	Mathématiques
MM.	M. MATTAUER	Géologie
	G. TOURNE	Chimie
	L. EUZET	Zoologie (C.S.U.P.)
	J. REMY	Géologie
Mme	G. VERNET	Biologie Animale
MM.	H. ANDRILLAT	Astronomie
	P. DEMANGEON	Géologie
	A. BONNET	Botanique
	A. SAVELLI	Physique
	G. DELOUPY	Physique
	L. GRAMBAST	Botanique
	J.P. LAFON	Mathématiques
Mme	Ch. DUBOUL-RAZAVET	Géologie (C.S.U.P.)
M.	E. GROUBERT	Physique
Mme	H. GUASTALLA	Biologie Physico-Chimique

Maîtres de conférences:

MM.	A. STEINER	Psychophysiologie
	G. LAMATY	Chimie
	R. GAUFRES	Chimie
	F. PROUST	Géologie
	A. BASSOMPIERRE	Physique
	R. MARTY	Physiologie Animale
	M. MAURIN	Chimie
	J.J. SOULIER	Chimie (C.S.U.P.)
	J. PARIS	Biologie Animale (C.S.U.P.)
Mlle	A. BAILLETTE	Mathématiques (C.S.U.P.)
MM.	N. ROBY	Mathématiques (C.S.U.P.)
	P. MOLINO	Mathématiques
Mlle	N. PIREYRE	Physiologie Végétale
MM.	L. CECCHI	Physique
	F. DURAND	Chimie (C.S.U.P.)
	G. BOUGNOT	Physique
	Y. GUITTON	Physiologie Végétale (C.S.U.P.)
	F. BOMBRE	Physique (C.S.U.P.)

Chargés d'enseignement:

MM.	M. LEFRANC	Mathématiques
	A. STURER	Mathématiques

Secrétaire principal: M. E. SIAU.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	3
1 ^{re} PARTIE. — <i>But de ce travail et méthodes suivies</i>	7
I.1. — Objet de ce mémoire	9
I.2. — Méthodes d'étude des associations	14
I.3. — Méthodes d'étude des sols	56
I.4. — Méthodes d'étude des climats locaux et des microclimats ..	61
I.5. — Méthodes d'étude auxométrique	64
2 ^e PARTIE. — <i>Caractères généraux de la Haute-Maurienne</i>	67
II.1. — Le climat	69
II.2. — Les roches-mères	89
II.3. — L'action humaine	92
II.4. — Eléments floristiques	97
3 ^e PARTIE. — <i>Les associations forestières.</i>	107
III.1. — Préambule	109
III.2. — Les pineraies de Pin sylvestre	110
III.3. — Les pineraies de Pin à crochets	150
III.4. — Les sapinières	173
III.5. — Les pessières	188
III.6. — Les pineraies de Pin Cembro	208
III.7. — L'aunaie verte	238
III.8. — Les hêtraies et chênaie pubescente	248
4 ^e PARTIE. — <i>Conclusions</i>	265
IV.1. — Les facteurs écologiques décisifs	267
IV.2. — Le problème du climax	283
IV.3. — Le problème de la nomenclature et de la classification. ..	286
IV.4. — Les problèmes sylvicoles	294
RÉSUMÉ GÉNÉRAL	296
BIBLIOGRAPHIE	299
RÉSUMÉ	313
SUMMARY	316
ZUSAMMENFASSUNG	319



AVANT-PROPOS

Dans tous les pays du monde — les exemples à citer seraient très nombreux — l'étude des « stations », dans le domaine forestier, prend une importance chaque jour plus grande.

On s'est, en effet, rendu compte que, si la forêt est une « usine à bois » — encore que son rôle ne doive point se limiter à celui-là — cette usine est vivante et doit être traitée comme telle, et si le forestier doit avoir, au premier chef, des préoccupations économiques, son action s'insère dans un monde où la biologie joue un rôle capital et toujours contraignant.

La connaissance des lois biologiques — et, singulièrement celle du milieu, dans lequel et par lequel elles se manifestent — s'impose donc au forestier, non seulement lorsqu'il pratique une sylviculture traditionnelle dans des forêts équilibrées, plus ou moins proches de leur état naturel, et pourtant parfaitement satisfaisantes du point de vue économique, mais encore et surtout, lorsqu'il cherche à modifier, à son profit, la concurrence vitale, les conditions écologiques ou le matériel génétique, ou lorsqu'il s'emploie à créer de nouvelles forêts.

Dans cette recherche de la connaissance du milieu, la *Phytosociologie* apporte un concours particulièrement précieux, car les plantes, comme chacun sait, constituent, en définitive, les meilleurs « indicateurs » des conditions écologiques, qui sont toujours fort complexes.

Le présent travail est donc à la fois un travail de phytosociologie et d'écologie ; il est le fruit de tournées effectuées surtout dans un but d'aménagement de forêts.

Si divers obstacles indépendants de notre volonté l'ont empêché de voir le jour plus tôt, il n'aurait pu être mené à son terme sans l'aide précieuse que m'ont apportée divers membres éminents de l'Université et de l'Administration forestière.

Je sais tout particulièrement gré à M. le Professeur EMBERGER, Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, d'avoir bien voulu diriger mes travaux et de m'avoir fait profiter de sa remarquable compétence.

Je dois remercier vivement M. le Professeur MOLINIER, de la Faculté des Sciences de Marseille, qui, lorsque je préparais le concours d'entrée à l'Institut National Agronomique, m'a initié à la Phytosociologie et qui, plus tard, est venu en Maurienne, à plusieurs reprises, pour me guider dans mes investigations, sans ménager sa peine ni son temps.

J'ai contracté une grande dette de reconnaissance envers M. DUCHAUFOR, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, et Directeur de l'Institut de Pédologie du C.N.R.S., qui, lorsqu'il était Professeur de Pédologie à l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Nancy, m'a prodigué de nombreux conseils, est venu plusieurs fois sur le terrain, a fait faire les analyses des échantillons de sols que je lui avais expédiés; l'esprit de ce travail doit beaucoup à son enseignement.

Une part de cette reconnaissance va à son adjoint, M. BONNEAU, Ingénieur des Eaux et Forêts, actuellement Directeur de la Station de Pédologie au Centre National de la Recherche forestière, à Nancy, qui m'a accompagné également dans certaines de mes tournées et a fait procéder aux analyses de sols que nous avons vus ensemble.

Toute ma gratitude va également à M. SAUVAGE, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier et à M. LOSSAINT, Maître de Recherches au C.N.R.S. à Montpellier, qui ont bien voulu accepter de faire partie de mon jury de thèse.

M. ROL, aujourd'hui décédé, ancien Directeur de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, avait bien voulu, en accord avec son adjoint, M. JACAMON, me prêter divers instruments de mesures écologiques et faciliter la rédaction de ce travail, lors de mon séjour à l'Ecole de Nancy, comme chargé du cours d'Aménagement. Je remercie également M. VINEY, son successeur, pour sa parfaite compréhension.

M. le Professeur GAUME, puis M. HAMANT, ce dernier professeur à l'Ecole Supérieure d'Agronomie de Toulouse, ont accepté d'examiner mes récoltes de mousses: je leur en suis très reconnaissant; toute ma gratitude va également à M. Pierre LE BRUN, du C.N.R.S., attaché à la Faculté des Sciences de Toulouse, qui a bien voulu confirmer quelques-unes, parmi les plus difficiles, de mes déterminations de Phanérogames.

M. BRAUN-BLANQUET, en m'adressant ses deux ouvrages fondamentaux sur la flore du Parc National suisse et sur la végétation xérophile des vallées internes des Alpes, a beaucoup contribué à me faire mieux comprendre la haute vallée de l'Arc. Qu'il en soit ici vivement remercié.

Je n'aurai garde, enfin, d'oublier combien m'a été précieuse la collaboration de certains de mes adjoints: Madame LELEUX, qui a

bien voulu procéder à la frappe, souvent délicate, de mon manuscrit; Madame CAMY-PALOU, qui m'a transmis les renseignements météorologiques fournis par l'O.N.E.R.A., à Avrieux; M. CHARVOZ, Chef de district des Eaux et Forêts à Termignon, qui m'a donné d'utiles renseignements sur l'enneigement; M. GROSSE, Agent technique, qui a effectué des observations directes de durée d'ensoleillement; M. BOIS, Agent technique, qui a eu la charge de relever les mesures données par le pédohygromètre.

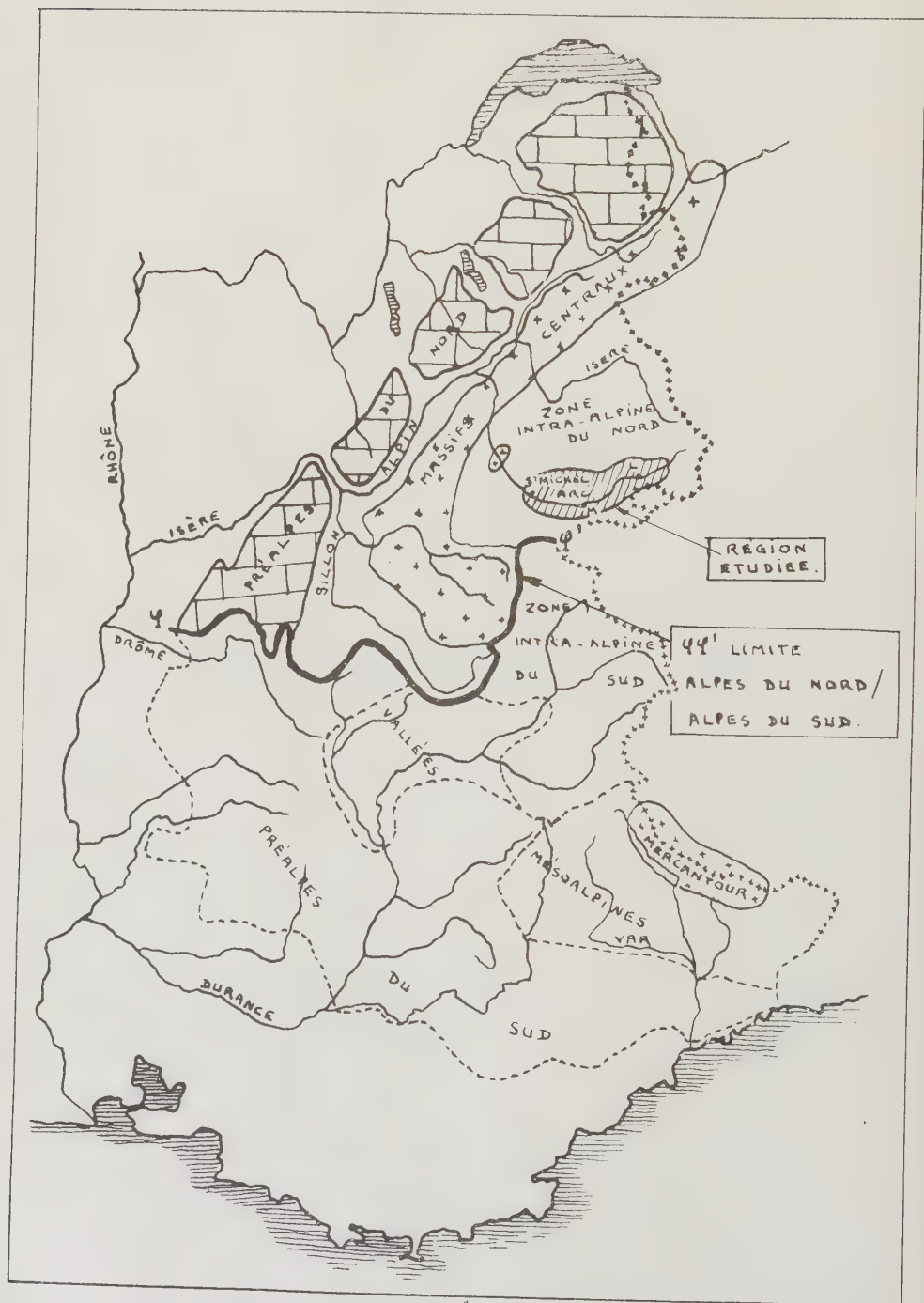
Les subventions qui m'ont été accordées par le Centre national de la Recherche forestière et par le Comité Scientifique du Parc national de la Vanoise m'ont permis de faire face aux frais de publication de cet ouvrage; je prie tous leurs membres, de trouver ici, l'expression de ma très vive gratitude.

Grâce à l'extrême obligeance de M. le Professeur OZENDA, de la Faculté des Sciences de Grenoble, et à celle de ses collaborateurs, comme au concours financier que son Service m'a apporté, la carte phytosociologique en couleurs jointe à ce mémoire, dont elle constitue un élément indispensable, a pu être dessinée et reproduite dans les meilleures conditions. Je leur exprime mes remerciements chaleureux.

PREMIÈRE PARTIE

But de ce travail et méthodes suivies

La Haute-Maurienne dans les Alpes occidentales françaises



I.1. — OBJET DE CE MEMOIRE

Beaucoup de phytogéographes ou de phytosociologues, ont souligné, après FLAHAULT (Ch.) notamment (1901), l'intérêt que présentaient, dans le domaine de la Géographie botanique ou dans celui de la Phytosociologie, les études de petites régions naturelles, ou même, de stations bien choisies, car elles ouvrent la voie à des comparaisons de plus en plus nombreuses, et à des synthèses de plus en plus sûres.

Dans les Alpes occidentales françaises, relativement peu connues, et qui, d'une façon générale, offrent des conditions favorables à ce genre d'étude: flore assez riche, contrastes écologiques nets, action perturbatrice de l'homme, sensible sans doute, mais non écrasante — il nous a donc semblé que la haute vallée de la Maurienne constituait une région particulièrement privilégiée.

Les géographes, comme les botanistes qui l'ont parcourue, ont toujours souligné son caractère intra-alpin qui se traduit par une sécheresse dont les conséquences sur la végétation sont considérables et qui en fait *une des provinces géographiques et biologiques les plus originales des Alpes*. Communiquant, en outre, avec l'est, par le bas créneau du col du Mont Cenis; avec le sud, par les vallées latérales qui la rapprochent du Briançonnais; avec l'ouest, par la vallée de l'Arc qui s'est frayé un chemin à travers les Massifs Centraux, elle se présente comme un carrefour d'influences diverses: piémontaises, briançonnaises, rhodaniennes... qui expliquent l'existence d'espèces médioeuropéennes, subméditerranéennes, subatlantiques, sarmatiques...

Son orientation générale est-ouest, crée, d'autre part, deux versants principaux d'expositions opposées: l'« adret » ou « endroit » à exposition sud et l'« envers » à exposition nord (1). Cette opposition des versants, accentuée encore par la raideur des pentes, se reflète nettement dans la végétation, ce qui permet d'établir de suggestives comparaisons.

En Maurienne enfin, les grandes zones tectoniques et pétrographiques coupent la vallée à peu près perpendiculairement à son axe. Il en résulte qu'une même roche-mère — dont l'influence est grande

(1) Le terme d'« ubac » ne figure pas dans la toponymie locale.

sur la végétation, puisque l'érosion freine sensiblement l'évolution des sols — occupe, à des altitudes diverses, les deux versants d'exposition opposées. *Ces roches-mères ont, en outre, une composition assez variée*: les unes sont très siliceuses, comme les quartzites du Trias ou — quoique à moindre degré — les grès du Houiller; les autres, au contraire, sont riches en carbonates de chaux (ou en sulfates), comme les calcaires du Lias, du Dogger ou du Flysch de la zone subbriançonnaise, les calcaires, les gypses et les cargneules de la zone de la Vanoise; d'autres enfin, présentent un caractère mixte, comme les schistes du Houiller et, surtout les schistes lus-trés.

On conçoit donc que, en Maurienne, puissent être observées des *interférences* relativement peu nombreuses et, en tout cas assez nettement contrastées, des grands complexes de facteurs écologiques, comme la nature de la roche-mère, l'exposition, l'altitude, et que ces interférences entraînent l'existence de combinaisons écologiques générales, simples dans l'ensemble, facilitant l'étude des corrélations qu'elles peuvent présenter avec la végétation.

Sans doute ne faudrait-il pas s'imaginer que le recoupement de ces divers facteurs aboutit à un véritable quadrillage: en effet, la vallée principale dessine une courbe concave, et non rectiligne, qui donne des expositions tranchées, surtout dans sa partie médiane — la plus au sud —, mais plus nuancées vers les extrémités; chaque versant principal présente, en outre, *des expositions secondaires très diverses*, dues à l'existence de vallées latérales ou d'ondulations du relief; toutes les grandes zones tectoniques et pétrographiques ne se reproduisent pas, de façon absolument symétrique, de part et d'autre de l'axe de la vallée; d'autre part — et surtout — bien que les sols soient, en général, peu évolués et portent très souvent la marque de la roche-mère, l'action de la végétation et du climat local, jointe à celle du relief, n'en a pas moins joué, produisant sur des roches-mères de nature différente des sols « analogues » au moins dans leurs horizons supérieurs; l'action humaine, enfin, ne s'est pas exercée partout avec la même intensité, ni pendant une même durée.

C'est dire que, dans le détail, la réalité reste complexe; mais elle présente, toutefois, dans l'ensemble, d'excellentes conditions, pour l'étude comparative des groupements végétaux.

Cette région n'a pas encore donné lieu, à notre connaissance, à un travail phytosociologique de détail (1). Sans doute a-t-elle été bien explorée et est-elle bien connue, quant à sa flore phanéroga-

(1) L'étude de SLAVINSKY (W.) (1933), outre qu'elle porte essentiellement sur l'histoire, la géographie et le tourisme, ne contient, malgré son titre, aucun relevé floristique et ne correspond pas, à la lettre, à un travail de phytosociologie.

mique, tout au moins. Mais les botanistes qui, à la suite d'ALLIONI (C.) (1785), l'ont parcourue, à la fin du siècle dernier et au début de celui-ci, se sont surtout attachés à en dresser l'inventaire floristique. HUGUENIN et BONJEAN, CHABERT (1859 - 1860 - 1883), CONVERT (1896 - 1921), SAINT-LAGER (1887), VERLOT (1863 - 1865 - 1896), GANDOGER (1890), MEYRAN (1891 - 1900), plus près de nous LE BRUN (P.) (1919 - 1923 - 1957), OFFNER (J.) (1920), DENARIÉ (M.) (1920), LEREDDE (Cl.) ont été les principaux artisans de cette œuvre. D'autres, comme PERRIER de la BATHIE (E.) ,1863 - 1909 - 1910 - 1911 - 1917-28), PETITMANGIN (M.) (1907), BEAUVERD (1911 - 1921), GUYOT (H.) (1921), de LITARDIÈRE (1934), l'ont explorée davantage en phytogéographes, en montrant, par une étude comparative des éléments floraux, les affinités qu'elle offre avec d'autres régions des Alpes, comme le Valais, le Briançonnais ou la région de Suse (2). Mais, bien que ces études présentent le plus grand intérêt — nous aurons l'occasion de nous y référer à maintes reprises — elles ne mettent en évidence aucun groupement végétal et ne relèvent donc pas, à proprement parler, de la phytosociologie (3).

Il faut ajouter, enfin, que nos obligations professionnelles nous ont imposé l'étude d'un domaine qui nous paraît avoir été moins exploré que tout autre: *les étages silvatiques*, en effet, présentent, en général, une flore « banale » que les floristes de naguère ont négligée. Leur attitude se concevait: c'est essentiellement dans l'étage alpin ou dans les « garides », vers le fond du talweg que s'observent ces espèces rares — relativement au moins — de caractère arctique ou steppique, qui donnent à la flore de la vallée une grande partie de son originalité et permettent de la rapprocher de celle d'autres vallées des Alpes centrales ou méridionales. *Le développement de la Phytosociologie a heureusement donné un nouvel essor à l'étude de la flore des forêts*: l'objet même du présent mémoire est de montrer tout l'intérêt qu'elle présente, pour la région qui nous occupe, intérêt accru du fait que les groupements forestiers des Alpes suisses et autrichiennes ont déjà fait l'objet, pour la plupart, d'analyses phytosociologiques détaillées.

L'idéal eut été d'étudier les associations forestières de toute la vallée: si petite que puisse paraître la Maurienne sur une carte gé-

(2) BOUVIER (1863) avait dressé la liste des botanistes qui avaient visité la Savoie. Récemment, LE BRUN et OFFNER (1956) ont établi un index bibliographique concernant « un siècle de floristique à travers les Alpes Françaises » où l'on trouvera la référence complète de travaux botaniques intéressant la Maurienne depuis cent ans.

(3) Au moment où nous achevions ce travail, paraissait le monumental ouvrage de BRAUN-BLANQUET (1961) sur la végétation xérophile des vallées intra-alpines. La Maurienne y a trouvé une place de choix. L'auteur n'a donné qu'un bref aperçu des forêts qui, au demeurant, ne sont pas toutes xérophiles, loin de là, et échappaient par conséquent à son enquête.

nérale de la France, la tâche eut été importante: La montagne est, en effet, un monde immense, très difficile à parcourir dans tous ses recoins. Nous avons préféré nous limiter au secteur même où nous appelait notre activité: il correspond à la partie de la vallée comprise entre Saint-Julien-de-Maurienne, à l'aval et Bonneval-sur-Arc, à l'amont (4).

Bien que s'inscrivant, entièrement et exclusivement, dans la zone des nappes tectoniques, notre dition paraît, au premier abord, ne pas présenter une grande unité. Si l'on se réfère, en effet, aux travaux des géographes ONDE (H.) (1938) et BLANCHARD (R.) (1945), elle comprend, sans doute, toute la Haute-Maurienne, *sensu stricto*, c'est-à-dire toute la partie de la vallée située à l'amont de Modane, mais également une partie de la Moyenne Maurienne. En fait, *son unité est surtout d'ordre biologique et phytogéographique*: la limite aval de notre dition correspond à la limite amont de pénétration du Hêtre dans la vallée et à la limite aval de l'aire spontanée du Mélèze; notre zone recoupe, d'autre part, ce que les phytosociologues suisses, BRAUN-BLANQUET en particulier (1949), ont appelé le « district du Pin sylvestre » et qui s'étend du sud au nord, depuis la vallée supérieure et moyenne de la Durance et même la région de Tende, jusqu'au Vinschgau tyrolien.

Nous pensons donc que les limites administratives du cantonnement forestier de Modane, qui ont imposé notre choix, se trouvent coïncider très heureusement avec celles d'une véritable petite province phytogéographique, étant entendu, toutefois, qu'il y a, au contact des « zones » du mélèze et du hêtre, une zone « mixte » où les deux essences se trouvent représentées, et qui s'étend entre Saint-Jean-de-Maurienne et Saint-Michel-de-Maurienne, soit sur dix kilomètres environ. La « zone » du Hêtre pénètre ainsi dans notre dition — entre Saint-Julien-de-Maurienne et Saint-Michel-de-Maurienne très exactement — ce qui ne peut qu'ajouter, évidemment, à l'intérêt de notre étude.

A l'intérieur de cette petite unité, typiquement intra-alpine, nos investigations ont donc porté sur les *associations forestières*. *Il nous a paru nécessaire d'essayer de mener leur étude en même temps que celle du sol qui les supporte, pour tenter de dégager l'influence réciproque que sol et végétation exercent l'un sur l'autre*. En même temps, nous avons cherché à obtenir quelques données mésoclimatiques et microclimatiques et à les rattacher aux divers groupements observés. Nous avons essayé, d'autre part, d'apporter quelque clarté aux problèmes suivants: quels peuvent être, aux diverses altitudes et expositions, les climax forestiers et à quels climax du sol correspondent-ils? Quels sont les groupements qui paraissent être éloi-

(4) Pratiquement, la zone forestière s'arrête un peu à l'amont de Bessans. Mais cette limite est due, en grande partie, à l'action humaine.

gnés du climax et quels sont les facteurs qui ont pu freiner — qui peuvent encore freiner — leur évolution progressive? En particulier, quelle est, dans ce domaine, la part de l'influence humaine?

Autre question: à quelles associations forestières déjà décrites peut-on rattacher celles de la Haute-Maurienne? Nous avons pensé, en effet, que l'étude phytosociologique des forêts devait permettre de confirmer les conclusions auxquelles sont arrivés divers chercheurs, concernant les affinités que présente cette vallée avec d'autres régions intra-alpines, et d'éclairer ainsi le problème de l'immigration, en Maurienne, de la flore sylvatique.

Nous avons cherché enfin à rattacher aux diverses associations observées, des structures sylvicoles ou des caractéristiques d'ordre dendrométrique et auxométrique. Il nous a semblé utile, en effet, de ne pas oublier certaines corrélations dont l'importance pratique apparaît chaque jour davantage.

I.2. — METHODES D'ETUDE DES ASSOCIATIONS

I.2.1. — Considérations générales.

L'étude des groupements végétaux, dont la variabilité est grande, doit découler d'un ensemble de déterminations. Comme nous ne cherchions pas à analyser avec une très haute précision la composition quantitative du tapis végétal — ce qui nous eût pratiquement obligé à limiter notre champ d'action — nous n'avons pas fait d'échantillonnage systématique ou au hasard, mais nous avons simplement suivi comme méthode d'investigation sur le terrain, celle préconisée par BRAUN-BLANQUET (1951), et nous avons adopté ses échelles, tout au moins en ce qui concerne l'abondance-dominance, soit :

- 5 — pour les espèces couvrant plus des 3/4 de la surface relevée.
- 4 — pour les espèces couvrant de 1/2 à 3/4 de la surface relevée.
- 3 — pour les espèces couvrant de 1/4 à 1/2 de la surface relevée.
- 2 — pour les espèces couvrant de 1/20 au 1/4 de la surface relevée.
- 1 — pour les espèces couvrant moins du 1/20 de la surface relevée, mais représentées par des individus assez abondants.
- + — enfin pour les espèces de très faible recouvrement avec peu d'individus.

Pour traduire la sociabilité, par contre — qu'il s'agisse de la sociabilité inhérente à l'espèce ou de la sociabilité écologique [SAUVAGE (Ch.) (1950)], nous avons préféré renoncer aux coefficients de BRAUN-BLANQUET et analyser la microphysionomie des groupements en termes descriptifs ou par des photographies. Cette façon de procéder nous a paru rendre compte de la structure de la végétation d'une façon plus expressive que n'auraient pu le faire des chiffres, dont la signification est moins claire que celle qui s'attache aux coefficients d'abondance-dominance.

Quant à la structure de la végétation arborescente, nous l'avons, sans doute, exprimée en coefficients d'abondance-dominance, mais aussi, grâce à des inventaires complets portant sur un ensemble homogène au point de vue phytosociologique, en courbes de fréquence donnant, par espèce, le nombre d'arbres à l'unité de surface (hec-

tare), et par catégorie de diamètre (ce diamètre étant pris, sur écorce, à 1,30 m de hauteur, avec des classes de 5 cm à partir de 20 cm).

Mais une fois les relevés obtenus, leur analyse et leur interprétation n'ont pas été conduites selon les règles mêmes de l'Ecole de BRAUN-BLANQUET. On sait que, dans cette méthode, la comparaison des divers relevés floristiques, c'est-à-dire des divers « individus d'association », fait apparaître, sans qu'intervienne l'étude préalable du milieu, des noyaux de plantes communes qui permettent de dégager le concept d'association. « La liste des plantes définissant l'association ne coïncide exactement avec aucune des unités végétales étudiées séparément sur le terrain. Mais elle exprime cette réalité, qu'il y a quelque chose de commun entre les unités considérées » [REYNAUD-BEAUVERIE (M.A.) (1936)]. Une fois l'association mise en évidence, et caractérisée floristiquement (1), est abordée alors l'étude de sa place dans la systématique phytosociologique, de son écologie, de son aire, de son évolution, etc.

Le but poursuivi dans le présent mémoire étant l'étude des rapports existant entre la végétation et le milieu, nous avons cherché, non seulement à conduire *parallèlement* l'analyse floristique et l'analyse écologique, mais à faire en sorte que cette double analyse s'exprime, aussi clairement que possible, dans les relevés.

Pour ce faire, nous avons été amené à mettre en relief des noyaux de plantes, qui nous ont paru présenter, avec certains facteurs du milieu, des corrélations suffisamment nettes et correspondant à leur optimum de développement. Si donc la juxtaposition des listes d'espèces constitue une des bases de ce travail, l'originalité des groupements végétaux et leurs affinités ont été mises en évidence à l'aide « d'optimales stationnelles », ou, dans les cas les plus favorables, de « caractéristiques stationnelles » à écologie plus étroite.

Les espèces de *même écologie ou d'écologie voisine*, qu'il s'agisse de caractéristiques stationnelles — à amplitude écologique étroite — ou d'optimales stationnelles — à amplitude plus large, mais à optimum assez localisé — ont été réunies au sein de groupes, dits « *groupes écologiques* » pour reprendre l'expression de DUVIGNEAU (P.) (1946), qui a acquis maintenant droit de cité.

(1) On ne reviendra pas, ici, sur les diverses définitions de l'association qui ont été données par les phytosociologues, et notamment par BRAUN-BLANQUET (J.) (1951), ALLORGE (P.) (1921-22), MOLINIER (R.) (1935), QUANTIN (A.) (1935), LEMÉE (G.) (1937), JOVET (P.) (1949), GUINOCHET (M.) (1939), etc. Nous retiendrons, pour notre part, celle d'EMBERGER plus récente (1959): « L'association est un groupement — ou une communauté — naturel de végétaux; elle est floristiquement et statistiquement définie; elle croît dans des conditions écologiques déterminées; les rapports interspécifiques et inter-individuels y sont réglés par la concurrence vitale. Elle est l'unité de base de la végétation. »

Les groupes ayant été définis — on reviendra ultérieurement sur ce point — par référence à certaines conditions du milieu assez limitées, que l'on peut appeler facteurs écologiques décisifs, telles que : climat général, température (influencée, toutes choses égales d'ailleurs, par l'altitude), économie de l'eau et aération du sol, état et nature du complexe absorbant du sol et composition et structure de l'humus, on conçoit que certaines espèces se trouvent liées à deux ou plusieurs de ces facteurs et doivent, par conséquent, figurer dans plusieurs groupes. A la limite, une espèce ubiquiste devrait figurer dans tous les groupes, mais une telle manière de faire ne pourrait qu'alourdir les tableaux de groupes et masquer, dans une large mesure, les espèces ayant une signification écologique étroite ; nous ne l'avons donc pas retenue.

Quant à l'association, elle apparaît comme comprenant, en principe, un groupe indicateur, disons caractéristique, qui y trouve les meilleures conditions pour son développement et plusieurs fractions d'autres groupes. Son originalité résulte d'ailleurs, tout aussi bien, de la coexistence de ce groupe indicateur et des fractions marginales des autres groupes, fractions marginales qui traduisent, on le verra, les transitions et la variabilité du tapis végétal, dans l'espace comme dans le temps. Certaines associations peuvent ne pas présenter de groupe indicateur bien tranché : dans ce cas, c'est la combinaison — toujours originale — des fragments de groupes, qui donne à l'association sa valeur d'unité autonome : il s'agit, le plus souvent, de groupements de transition, situés dans des zones de transition.

Cette façon de voir nous paraît rejoindre, en fait, celle de nombreux phytosociologues de l'Ecole zuricho-montpellieraine : l'un d'eux — GUINOCHET (M.) (1955) n'a-t-il pas écrit : « Une espèce caractéristique d'un groupement le caractérise effectivement, mais d'une manière relative, et non absolue, c'est-à-dire *en liaison avec* (2) les autres caractéristiques et avec les compagnes de haute présence, qui constituent ce qu'on appelle parfois *l'ensemble spécifique* (2) normal de ce groupement ».

On sait que cette méthode, dite des « groupes écologiques », est relativement récente et qu'elle a pris naissance à peu près simultanément, sous des formes un peu diverses d'ailleurs, en Belgique, en Allemagne et en France. Dans ce dernier pays, où elle connaît maintenant un développement particulier avec l'Ecole de Montpellier, sous la direction d'EMBERGER, la plupart des chercheurs, avant même que la méthode prît corps, avaient souvent eu le souci d'analyser le tapis végétal à la fois en termes de floristique et en termes d'écologie. Qu'il nous suffise de rappeler, entre autres travaux, ceux de FLAHAULT (Ch.) (1897), d'ALLORGE (P.) (1921-22), de LEMÉE (G.) (1937), de JOVET (P.) (1949), etc.

(2) C'est nous qui soulignons.

Ce sont aussi les forestiers qui, à la suite de l'enseignement de Ph. GUINIER et de R. ROL, ont, le plus volontiers, mis l'accent sur l'intérêt que présentait l'étude de la *signification écologique des espèces*. DUCHAUFOUR, le premier en France, semble-t-il, dans ses « Recherches écologiques sur la chênaie atlantique française », en 1948, a distingué dans ses tableaux de relevés, au sein de chaque association, des groupes d'espèces à écologie affine, véritables *indicateurs stationnelles*, qui lui ont permis non seulement de caractériser les groupements, mais de traduire les transitions qui permettent de passer — dans l'espace comme dans le temps — d'un groupement à un autre. En 1950, dans ses « Recherches sur l'évolution des sols calcaires en Lorraine », il a montré que dans un groupement donné, celui de la « fruticée mésophile », pour ne retenir que cet exemple, se rencontraient des espèces relevant de cinq *unités écologiques différentes*: les caractéristiques de la fruticée, en général, relativement plastiques; celles, plus spécialisées, de la fruticée mésophile; des éléments de fruticée xérophile; d'autres de la forêt de hêtre; des « reliques », enfin, de la pelouse sur calcaire.

C'est dire que notre travail, tout en faisant appel à une méthode assez récente, se situe, si l'on veut, dans une tradition qui l'est moins.

Bien que le but essentiel du présent mémoire soit de *décrire* les associations forestières de la Haute-Maurienne, il nous a paru utile, avant d'aborder toute description, d'analyser, au préalable, *les raisons* qui nous ont fait adopter la méthode des groupes écologiques et de mettre ainsi, en parallèle, cette méthode et celle, plus classique, de BRAUN-BLANQUET. Ce parallèle sera poursuivi aussi loin que possible, et en particulier, lorsque nous dresserons la liste des espèces appartenant aux divers groupes écologiques: en face du nom de chacune des espèces retenues pour sa signification écologique, nous indiquerons sa signification dans le système Braun-Blanquet en désignant l'unité plus ou moins compréhensive dont elle est caractéristique dans ce système, chaque fois que possible évidemment, c'est-à-dire chaque fois que l'espèce considérée a été retenue, par les spécialistes, comme caractérisant une unité phytosociologique.

Dans le domaine de la nomenclature, il y a lieu de noter que nous avons suivi les règles préconisées par BACH (R.), KUOCH (R.) et MOOR (M.) (1962) et que RAUSCHERT (St.) a analysées en détail (1963).

I.2.1.1. — *Continuité du tapis végétal - chaînes et phylums d'associations.*

Qu'elle porte sur les variations régionales d'une même association ou sur des formes de passage que présentent, localement, des associations contiguës, l'observation montre que, malgré certaines

discontinuités, le tapis végétal, dans son ensemble, présente de nombreuses formes de transition.

Les discontinuités régionales tiennent, en général, à l'existence de barrières isolatrices de grande étendue, qui délimitent alors des régions florales différentes, et à l'isolement insulaire, source d'endémisme; les hêtraies corses, pour ne retenir qu'un exemple, sont, de toutes les hêtraies françaises, les plus originales.

Quant aux discontinuités locales, elles correspondent, le plus souvent, au fait que les facteurs du milieu présentent eux-mêmes des passages sans transition: en Haute-Maurienne où, nous l'avons dit, la roche-mère joue un rôle certain, on observe fréquemment, dans le trias, des contacts nets entre des quartzites très siliceux et des cargneules, très calcaires; au niveau de tels contacts, le changement de végétation se fait assez brutalement; il en est de même de part et d'autre d'une crête, séparant deux versants d'expositions tranchées, donc de climats locaux différents. Certaines associations, d'autre part — celles du bord des eaux, par exemple — s'observent dans des zonations aux limites nettes; PAVILLARD (J.) (1935), entre autres, avait mis l'accent, sur cette discontinuité du tapis végétal, s'opposant à la continuité de variation des facteurs du milieu: en l'occurrence, diminution progressive de l'humidité du sol quand on s'éloigne des berges d'un étang; en réalité, cette zonation s'explique par la grande variation du facteur humidité entre des points relativement proches, ce qui diminue d'autant la largeur des zones d'interprétation des associations et par l'existence, dans de telles associations, de dominantes exclusives, à amplitude écologique étroite.

Enfin et surtout, l'action humaine s'est exercée de façon très inégale et a contribué nettement à effacer le « flou » des contacts pouvant exister dans une végétation entièrement climacique.

D'une façon générale, la végétation présente donc des termes de transition qui apparaissent de plus en plus, à mesure que s'amplifient les investigations, et que les aires des chercheurs arrivent à se rejoindre (3).

C'est ainsi que *Caricetum firmae* de l'étage alpin, ne présente en France et dans la Suisse occidentale voisine que trois ou quatre espèces caractéristiques; le nombre de ces dernières augmente jusqu'à cinq-six à l'est de la Suisse, à sept dans le Tyrol, à douze dans les Alpes de Carinthie et de Slovénie [BRAUN-BLANQUET (J.) (1954)]. De même entre le *Fagetum praealpino-jurassicum* du Centre-Est de la France et le *Fagetum gallicum* du Midi, existent des intermédiaires, dont l'un a été étudié par R. MOLINIER et L.

(3) ELLENBERG (H.) (1954), GOODALL (D.) (1954), DUVIGNEAUD (P.) (1946), ont insisté sur ce fait. MOLINIER (R.) (1935) avait noté: « A mesure que les travaux se multiplient, les associations sont mieux définies et leurs variations floristiques indéniables, d'une région à l'autre, sont précisées ».

AYASSE (1955), dans les environs de la Motte du Caire et dont une série a été analysée par ARÈNES (J.) (1955). Autre exemple: le *Xerobrometum* de la région dijonnaise est un des chaînons qui relie le *Xerobrometum* atlantique au *Xerobrometum rhénan*.

Ces variations géographiques des groupements font que, les conditions écologiques restant pourtant très voisines, il n'y a jamais identité, mais *homologie* entre des associations appartenant à des territoires floraux tant soit peu différents. *D'où la nécessité de ne pas s'en tenir aux seuls critères floristiques, mais d'utiliser, en les confrontant avec eux, les critères écologiques.*

On aboutit à des constatations du même ordre, si l'on s'attache à l'examen des *passages locaux* d'une association à une autre. Ph. DUCHAUFOR (1948) a noté que des séries continues existent entre les chênaies à humus doux et les chênaies acidiphiles. Dans la région subméditerranéenne, particulièrement étudiée, un groupement mixte a été décrit par BLONDEL (R.) (1941). Il correspond très exactement à un faciès de transition entre les forêts à *Quercus Ilex* (*Quercetum ilicis galloprovinciale*) et celles à *Quercus pubescens* (*Querceto-Buxetum*). On y observe, en particulier, une augmentation du nombre des espèces du *Quercion ilicis* vers le sud et le bas de la zone de contact, tandis que les espèces du *Quercion pubescentis-sessiliflorae* gagnent en importance vers le nord et le haut. Dans l'arrière pays de Montpellier, des relevés de hêtraies pris au contact de la chênaie pubescente ont une prépondérance d'espèces du *Quercion*, d'autres, au contraire, pris plus haut, se rapprochent davantage du *Fagion* [BRAUN-BLANQUET (J.), ROUSSINE (Mme N.), NÈGRE (R.) (1951)]. En Auvergne, LEMÉE (G.) (1946) a mis en évidence une série altitudinale, entre un *Querceto-Carpinetum typicum* et un *Fagetum gallicum typicum*, avec, comme intermédiaires: *Querceto Carpinetum montanum* et, plus haut, *Fagetum tilietosum* (4).

MOOR (M.) (1952), de son côté, a insisté sur les passages graduels qui relient les associations les unes aux autres, et montré que, lorsque les pentes sont uniformes et la roche-mère la même, ce serait faire violence à la réalité que de tracer des frontières nettes entre associations.

A l'intérieur d'une même association, enfin, peuvent être mises en relief de véritables *variations continues*: c'est ainsi que BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) (1954), en classant les relevés de l'*Erico-Pinetum* du Parc national suisse par ordre d'altitude croissante, ont fait apparaître une augmentation, avec l'altitude, des espèces des *Vaccinio-Piceetalia* et une diminution concomitante des espèces du *Quercion pubescenti-petraeae*.

(4) Dans ce domaine également, les exemples pourraient être multipliés. Encore faut-il noter que le réseau des recherches phytosociologiques est, du moins en France, assez lâche.

Les variations, dans le temps, appellent des observations semblables ; les phytosociologues ou les phytogéographes, à la suite de CLEMENTS (F.) (1916) et de GAUSSEN (H.) (1926), notamment, se sont presque tous attachés, dans leurs études, à mettre en évidence cette dynamique de la végétation et à montrer comment des phases se succédaient, permettant de lier graduellement les associations appartenant au même « phylum », soit dans une évolution progressive, soit dans une évolution régressive. D'ailleurs, après ce qui a été dit sur les formes de transition dans l'espace, une telle variation dans le temps doit d'autant moins étonner que, pratiquement, le phytosociologue étudie le plus souvent la dynamique des groupements par l'examen, dans l'espace, de leurs variations floristiques et écologiques.

Il faut ajouter, enfin, et ceci nous paraît essentiel, que la gradation des variations régionales ou locales, dans l'espace et dans le temps, peut ne pas apparaître toujours avec netteté, pour les raisons suivantes.

D'une part, sur le terrain, le chercheur fait souvent un choix et évite de faire porter ses investigations sur les intermédiaires, de manière à mettre mieux en relief les caractères originaux des associations qu'il étudie. Son échantillonnage est donc discontinu.

D'autre part, chaque chercheur, souvent selon son tempérament propre, situe à une place plus ou moins élevée dans la hiérarchie, ces formes de transition qui constituent ainsi, soit de véritables unités autonomes, soit de simples variantes géographiques ou écologiques d'unités plus vastes.

Enfin et surtout, le principe même de classification adopté par l'Ecole zuricho-montpellieraine — nous reviendrons sur ce point, ultérieurement, car il est capital — qui veut qu'au sein de chaque association ne soient mises en valeur que certaines espèces, en rejetant, dans l'anonymat, de nombreuses compagnes, contribue, par un choix fait dans une seule direction, à masquer les transitions qui s'observent dans la nature. Et si l'on adopte une méthode purement statistique — comme celle de CZEKANOWSKI — on constate que, si l'analyse fait apparaître des noyaux bien tranchés de relevés, ces noyaux sont reliés par des zones de transition, et « qu'il est souvent délicat, selon GUINOCHET (M.) (1955), de placer des coupures dans ces suites plus ou moins continues ».

Ces caractères du tapis végétal nous paraissent entraîner plusieurs conséquences dont nous avons cherché à tenir compte dans le présent travail : d'abord, celle de donner un intérêt tout particulier à l'étude des *groupements de transition*. DUCHAUFOUR (Ph.) (1948), DUVIGNEAUD (P.) (1946) (5), ont montré que la zone d'interpénétra-

(5) Nous avons rédigé le présent chapitre lorsque nous avons pris connaissance de la pénétrante analyse de DUVIGNEAUD (P.) (1946).

tion des associations permet tout spécialement de saisir les « seuils » écologiques de certaines espèces, les limites de leur amplitude écologique. Elle oblige ensuite à présenter les résultats sous forme de tableaux synthétiques mettant en évidence *les formes de passage* d'une association à une autre, soit dans l'espace, soit dans le temps.

L'utilisation de groupes écologiques, qui se relaient d'une association à l'autre, qui laissent apparaître, ou subsister, dans telle association des témoins — des pionniers ou des reliques si l'on se réfère au facteur temps — pendant que s'observent, dans cette même association et de façon optimale, donc caractéristique, des espèces d'un autre groupe écologique, nous paraît tout particulièrement propre à rendre compte de cette continuité et de cette variabilité.

Notons, enfin, que cette « évanescence » des groupements, ne nous paraît nullement mettre en cause le concept d'association, de même que l'existence de formes de passage d'un climat à un autre, ou d'un type de sol à un autre, n'altère en rien ces réalités. Elle nous semble simplement donner une importance particulière aux notions d'optimum et d'amplitude écologiques et à la distinction de petites unités (sous-associations, faciès, variantes géographiques), propres à traduire la variabilité du tapis végétal et sa gradualité.

I.2.1.2. — Critères de différenciation des associations.

On sait que la « *fidélité* » de certaines espèces, appelées *caractéristiques*, c'est-à-dire leur étroite localisation sociologique constitue une notion fondamentale dans le système Braun-Blanquet. En effet, les caractéristiques « permettent d'individualiser floristiquement les associations; elles sont, dans l'ensemble, les meilleurs indicateurs de leur écologie; elles permettent d'apprécier le stade de développement d'une association. Elles permettent des déductions sur la dispersion présente et antérieure d'une association déterminée. De leur présence on peut conclure aux affinités naturelles des associations, ce qui permet la classification de ces associations sur une base floristique. » [REYNAUD-BEAUVERIE (M.-A). (1936)].

L'idéal, pour une caractéristique, serait d'avoir une valeur quasi-absolue sur un territoire aussi vaste que possible. Pratiquement — mises à part certaines endémiques ou certaines micromorphes dont l'extrême localisation permet surtout de caractériser des formes géographiques d'associations, plutôt que des associations proprement dites — l'observation montre que la plupart des caractéristiques n'ont qu'une valeur très relative, et qu'elles ne sont liées étroitement à une association qu'à l'intérieur d'un territoire limité. GAUSSEN (H.)

(6) L'intérêt de ces petites unités, déjà souligné par GUINOCHET (M.) (1938) a été tout particulièrement analysé par DUVIGNEAUD (P.) (1946).

(1954), et plus récemment ELLENBERG (H.) (1954), ont noté que, précisément, la notion de caractéristique avait d'autant plus de valeur que la région étudiée était petite.

Cette « *relativité* » des caractéristiques apparaît ainsi, de plus en plus, à mesure que les zones de recherches des spécialistes arrivent à se rejoindre et le même ELLENBERG (H.) (1954) a pu parler d'une véritable « *crise des caractéristiques* ».

Sans doute, la notion de « *caractéristique transgressive* » permet-elle de pallier, dans une certaine mesure, cette crise, puisqu'une même espèce peut être à la fois caractéristique de deux associations différentes. Mais que cache, en fait, cette notion, a priori antinomique?

On appelle caractéristique transgressive une espèce qui peut être caractéristique de deux associations différentes dans deux territoires différents. Or, si les deux associations en cause sont différentes, ce n'est pas qu'elles soient écologiquement différentes, à quelques nuances près s'entend, c'est qu'elles appartiennent à deux territoires floraux différents — il s'agit donc, pour nous, d'*associations homologues* — et si l'espèce caractéristique transgressive se retrouve dans chacune d'elles, c'est que, d'une part, son aire englobe les aires des deux associations susdites, et que, d'autre part — ceci est essentiel — elle trouve dans chacune d'elles les conditions de milieu étroitement définies qui lui conviennent.

GUINOCHET (M.) (1938), à propos de *Leontodon montanum*, caractéristique à la fois de l'association *Leontidetum montani*, de Suisse, et de l'association à *Berardia lanuginosa* et *Brassica repanda* des Alpes maritimes, écrit que les divergences qui permettent d'individualiser ces deux groupements tiennent à « l'existence, dans chacun des deux territoires considérés, d'espèces plus ou moins endémiques (ex: *Berardia lanuginosa*) », mais que, « *leurs conditions écologiques étant voisines, Leontodon montanum*, par exemple, dont l'aire chevauche sur les deux régions envisagées, peut très bien exister dans les deux associations et être liée à chacune d'elles dans leur domaine respectif ».

Un autre exemple est celui de la petite *Listera cordata*, citée par GAUSSEN (H.) (1954), et au sujet de laquelle REYNAUD-BEAUVERIE (1936) a écrit qu'« il n'est donc pas étonnant qu'elle soit caractéristique du *Picetum excelsae* en Europe centrale, alors qu'elle se trouve dans les bois de *Abies alba* et même de *Pinus uncinata* dans les Pyrénées, de *Pseudotsuga* à Vancouver, d'*Abies balsamea*, de *Pinus strobus* dans les tourbières du Massachusetts ».. car « peu de plantes peuvent se rencontrer sur de grandes aires, tout en restant liées à des conditions de milieu étroitement définies ».

Ces caractéristiques transgressives sont donc, en fait, des *caractéristiques stationnelles*, à aire vaste, mais à amplitude écologique

étroite, au moins pour un certain facteur. Leur intérêt nous paraît considérable : elles permettent, en effet, de se rendre compte si des associations floristiquement différentes, parce que appartenant à des territoires floraux différents, sont « homologues » ou non — sinon totalement, du moins en ce qui concerne un facteur écologique important ou un groupe de facteurs. Elles s'opposent, si l'on peut dire, aux caractéristiques stationnelles à *aire étroite* qui sont de véritables endémiques stationnelles, et dont l'intérêt est surtout d'ordre historico-géographique, car elles ne peuvent permettre de définir que des associations « locales ».

Ces caractéristiques stationnelles — celles à aire vaste comme celles à aire étroite — méritent donc d'être définies non plus d'une façon purement floristique, mais par rapport aux conditions de milieu, toujours assez étroites, auxquelles elles se trouvent liées : réunies au sein des groupes écologiques, elles permettront de caractériser les associations dans une double perspective : floristique et écologique et de mettre en évidence, comme on le verra, les affinités de tous ordres — édaphiques, climatiques... — que présentent entre elles certaines associations.

Le critère de fidélité est-il le seul à retenir ?

ALLORGE (P.) (1921-22) avait déjà montré que tous les groupements ne sont pas également individualisés par des caractéristiques, et il avait été amené à distinguer des groupements « hautement individualisés », c'est-à-dire comportant un nombre plus ou moins élevé de caractéristiques, qu'il avait appelées « associations principales », et des groupements présentant, certes, une individualité réelle, mais qui doivent leur originalité non à des caractéristiques, absentes ou représentées seulement par quelques préférentes, mais à *un nombre élevé d'espèces constantes*. « Malgré la valeur prééminente indéniable, écrivait-il, des caractéristiques pour l'individualisation des groupements, leur absence dans certains d'entre eux n'empêche pas qu'on les considère comme des associations, lorsque la constance de leur cortège floristique est bien établie. BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) (1954) n'ont-ils pas caractérisé une variante du *Picetum subalpinum vitidictosum*, par la rareté des caractéristiques « charakterartenarme Variante » ?

GUINOCHET (M.) (1955), de son côté, étudiant, par la méthode statistique, la signification de *Viola cenisia*, présente, mais de façon inégale au point de vue constance, dans deux groupements, conclut que sa fréquence étant plus élevée dans l'un d'eux, cette espèce doit alors en être considérée comme une des caractéristiques, et il ajoute — c'est nous qui soulignons — : « Peut-être pourra-t-on ou devra-t-on d'ailleurs perfectionner la méthode *en tenant compte de l'abondance, de la vitalité, etc.* ». LEMÉE (G.) (1937), a ainsi appelé *ca-*

caractéristiques différentielles d'associations, certaines caractéristiques d'alliance qui se trouvaient être plus particulièrement abondantes et vigoureuses dans une ou deux associations de cette alliance. BRAUN-BLANQUET (J.), SISSINGH (G.), Vlieger (J.) (1939) ont fait de même, par exemple, avec *Erica carnea*, caractéristique de l'alliance de l'*Erico-Pinion* et classée comme telle dans les associations *Cari-ci-humilis Pinetum*, *Pinetum austro-alpinum*, *Rhododendro-hirsuti Mugetum* et promue au rang des caractéristiques d'association dans l'*Erico-Pinetum* et l'*Erico Mugetum*, où elle manifeste une abondance et une vitalité toutes particulières.

KUOCH (R.) (1954), plus récemment, étudiant les associations forestières suisses comprises dans l'aire du Sapin blanc, n'a pas craint de considérer comme critère de différenciation de certains groupements la réunion en leur sein d'espèces relativement banales, la combinaison des espèces constantes — combinaison unique — acquérant une importance particulière surtout en forêt. Il rejoignait par là DUCHAUFOUR (Ph.) (1948), qui avait noté, à propos de certaines associations de landes: « *Molinia coerulea* existe aussi bien dans le *Schoenetum* que dans la lande humide; mais lorsqu'on parle d'une association à *Molinia coerulea* et *Calluna vulgaris*, il ne vient à l'esprit de personne de la confondre avec le *Schoenetum* ».

On voit donc qu'au critère de fidélité pure, de valeur qualitative, se sont ajoutés, à mesure d'ailleurs que s'élargissait le champ d'étude des chercheurs, des critères de valeur quantitative comme la fréquence, l'abondance, la vitalité d'espèces de fidélité relativement faible. L'utilisation de ces critères, qui sont essentiels, à notre avis, surtout dans le domaine forestier où les espèces de haute fidélité n'existent pratiquement pas, nous paraît spécialement efficace lorsque sont mis en évidence des groupes écologiques: la dominance et l'exubérance, dans une association donnée, d'une caractéristique stationnelle autorisent, en effet, à affirmer que les conditions auxquelles cette espèce se trouve liée, connaissent, dans l'association en cause, un développement particulier, ce qui permet de définir au moins un aspect important de l'écologie de toute l'association elle-même.

Ceci dit, il faut souligner que le critère abondance-dominance doit être utilisé avec une certaine circonspection surtout lorsqu'on envisage l'étude des espèces arborescentes. C'est à juste titre, à notre avis, que BRAUN-BLANQUET (J.) (1951), GUINOCHET (M.) (1947) à propos des pessières du Jura, MOLINIER (R.) (1954) en ce qui concerne les forêts de Pin d'Alep, de Pin sylvestre, de Hêtre, ont insisté sur le fait que la seule physionomie des groupements forestiers ne saurait suffire pour définir des associations, et que l'on risquait, en s'appuyant sur elle, de réunir, dans la même unité, des groupements différents ou de séparer des groupements voisins.

A quoi tiennent, dans ce domaine, les difficultés?

Il faut noter, en premier lieu, que les espèces arborescentes présentent, en général, une certaine plasticité à l'égard de beaucoup de facteurs écologiques, ce qui ne peut, la plupart du temps, les faire considérer comme des caractéristiques stationnelles.

La deuxième difficulté — et elle est majeure — tient au fait que l'homme a exercé une puissante action sur les espèces arborescentes soit directement (plantations par exemple), soit indirectement, en modifiant le jeu de la libre concurrence vitale.

Or, cette action n'est pas toujours très facile à saisir et ce, à notre avis pour deux raisons principales.

Les espèces arborescentes sont sociales et — surtout les espèces résineuses — ont une grosse puissance édifiatrice, en ce sens qu'elles modifient sensiblement le milieu originel qu'elles ont connu. Dans certains cas, par conséquent, si l'action humaine continue à jouer — consciemment ou non — pour empêcher le libre jeu de la concurrence vitale, on risque de voir se créer de véritables *associations artificielles*, relativement stables, et qui montreront de fortes ressemblances avec des associations naturelles ayant mêmes dominantes. S'observeront dans les deux cas, par exemple, des espèces herbacées liées à un type d'humus: la présence souvent signalée de *Pirola secunda*, de *Goodyera repens* dans les peuplements artificiels de Pin sylvestre ou de *Listera cordata* dans des plantations d'Epicéa (7) constitue quelques exemples de cette « convergence » (8).

La deuxième raison tient au fait qu'une espèce arborescente dominante *artificielle dans une association*, dans une certaine région, peut être *naturellement* dominante dans une association d'une autre région, où la concurrence vitale n'est plus la même, ni le matériel floral. Par exemple, la dominance du Pin sylvestre dans les stations à Chêne pubescent ou à Hêtre des Alpes du Sud, traduit une influence humaine; mais en est-il de même au cœur du district du Pin sylvestre, que nous aurons l'occasion d'étudier, d'où le Hêtre et le Chêne pubescent sont complètement et naturellement absents? Très vraisemblablement pas! Le Pin d'Alep, « *dominant artificiel* » dans les groupements dégradés de Chêne vert n'est-il pas considéré comme faisant « *naturellement* » partie de l'*Oleolentiscetum*? [MOLINIER (R.) (1954)]. Et ne peut-on pas envisager que les mélèzeins du Briançonnais ont un certain caractère climacique? Le sapin, essence à écologie pourtant étroite et caractéristique selon

(7) En forêt de Mazan (Ardèche), ou en forêt du Trévezet (Aigoual), par exemple.

(8) RICHARD (J.-L.) a, tout récemment, observé dans le Jura qu'« en climat très froid, comme c'est le cas en forêt des Ecorces, il est imaginable qu'une association secondaire, imitant le *Vaccinio-Piceion*, puisse se substituer localement et temporairement au *Fagion*, à l'abri d'une vieille forêt secondaire très dense d'Epicéa » (1961, p. 144).

KUOCH (R.) (1954), de l'*Abietum albae*, a, par contre, une dominance des plus suspectes dans les « sapinières » guitées des Alpes ou du Jura...

Ces quelques exemples montrent qu'il s'agit là d'un des problèmes les plus difficiles de la Phytosociologie forestière, surtout lorsque les investigations se situent à la jointure, si l'on peut dire, de groupements naturels et de groupements plus artificiels, mais présentant la même espèce arborescente.

Il n'était donc pas inutile de l'évoquer.

I.2.1.3. — *Associations affines et Systématique phytosociologique.*

Il importe maintenant d'analyser comment la structure en groupes écologiques permet de rendre compte des affinités que présentent entre elles certaines associations, non sans avoir examiné les résultats donnés par la méthode de l'Ecole Zuricho-Montpelliéraine, dans ce même domaine des affinités.

Dans cette dernière méthode, comme on sait, les associations affines sont classées en *Alliances*, ces dernières en *Ordres*, les Ordres en *Classes*, tandis que sont définies des caractéristiques d'Alliances, d'Ordre..., espèces communes à plusieurs associations, mais liées précisément, plus ou moins étroitement, à l'unité compréhensive qu'elles caractérisent. Il s'agit d'une classification hiérarchisée.

Ce système, dont le mérite est grand du point de vue même où nous nous plaçons, car il nous a facilité l'étude des groupes écologiques, a été critiqué par certains chercheurs dont GAMS (H.) (1933), GOODALL (D.) (1954), EHRENDORFER (F.) (1954), DUVIGNEAUD (P.) (1946), et tout récemment NÈGRE (R.) (1959), et SUSMEL (L.) (1959-60). S'il fait apparaître, en effet, les affinités existant entre associations d'une même unité compréhensive, il risque de masquer pratiquement celles existant entre associations d'alliances, d'ordres différents. Les coupures aux différents niveaux peuvent isoler des associations relativement « voisines » et en rapprocher d'autres, au contraire, plus lointaines : dans une même alliance, par exemple, les associations extrêmes ou « marginales » présentent souvent entre elles moins d'affinités qu'elles n'en ont avec les associations marginales d'une alliance voisine.

C'est ainsi que le *Seslerio-Fagetum anthericosum* de MOOR (alliance *Fagion*) présente avec l'*Erico-Pinetum hylocomietosum* de BRAUN-BLANQUET (alliance *Erico-Pinion*) un coefficient de communauté de 19 %. Ce coefficient n'est que de 17 % entre ce même *Seslerion-Fagetum* et l'*Equiseto-Abietetum* de MOOR, appartenant pourtant tous deux à la même alliance. Par contre, cet *Equiseto-*

Abietetum, méso-hygrophile, présente avec le *Quercus-Carpinetum aretosum* d'ETER (H.) (1943), Alliance *Fraxino-Carpinion*), un coefficient de communauté de 21,7 %.

Sans doute, comme l'a noté PAVILLARD (J.) (1935), le coefficient de communauté de JACCARD doit-il être interprété avec circonspection, car, « en matière d'affinités dans le domaine biologique, il ne suffit pas de compter, il faut peser. » Or, les mêmes observations pourraient être faites si l'on mettait dans la balance certaines espèces d'importance sociologique spéciale: par exemple, le *Quercus-Carpinetum aretosum* et le *Quercus-Carpinetum luzuletosum* d'ETER (H.), tous deux appartenant à l'alliance du *Fraxino-Carpinion* présentent respectivement sept et trois espèces caractéristiques d'alliance, ce qui correspond à un coefficient de communauté d'alliance, si l'on veut, de 42,8 %; mais le *Quercus-Carpinetum luzuletosum* et le *Quercus-Betuletum* — qui, lui, appartient à une autre alliance: le *Quercion roboris-sessiliflorae* — ont un coefficient de communauté de 77 %, et encore ne tenons-nous pas compte du coefficient de présence des caractéristiques d'alliance communes.

Il en est ainsi de beaucoup d'associations « marginales ». Il faut ajouter, enfin, comme l'a souligné EHRENDORFER (F.) (1954), que plus grandes et plus vastes sont les unités, plus profondes sont les lignes de séparation: c'est ainsi que, entre le *Loiseleurio-Cetrarietum*, l'*Erico-Pinetum*, le *Piceetum montanum* et le *Genisto-Arcrostaphyletum* appartenant tous à l'ordre des *Vaccinio-Piceetalia*, les espèces caractéristiques communes sont très rares et les espèces que ces groupement ont en commun ont une importance très subordonnée.

Ces quelques exemples montrent à quel point il est difficile — même lorsqu'on s'en tient au seul aspect statique de la végétation — d'enserrer dans un réseau simple, la complexité du tapis végétal. Il en est ainsi, d'ailleurs, à des degrés divers sans doute, pour tous les systèmes de classification.

Dans le cas particulier de la Phytosociologie, la difficulté tient à notre avis, à la nature complexe des groupements qui présentent, en effet, entre eux, des affinités, *non pas dans une seule direction, mais dans plusieurs*: d'une part, les diverses stations où sont effectués les relevés présentent une *micro-hétérogénéité* qui n'enlève rien à l'unité du groupement, mais qui se traduit par des micro-mosaïques floristiques, c'est-à-dire pratiquement par la coexistence de divers groupes écologiques différents (9). Cette hétérogénéité

(9) Soulignée par GUINOCHET (M.) (1938) et de nombreux phytosociologues dont NÈGRE (R.) pour la zone aride du Maroc (1959), cette micro-hétérogénéité a fait l'objet — en ce qui concerne le sol — d'une étude statistique de MANIL (G.) et de ses collaborateurs dans la région du plateau Ardennais (1953).

peut être, en particulier, celle des divers horizons du sol : par exemple, un sol peu profond, reposant sur une roche-mère calcaire, mais décarbonaté en surface, et même désaturé, présentera des espèces acidiphiles qui s'observeront côte à côte, avec des espèces neutrophiles qui peuvent trouver dans les horizons inférieurs les conditions auxquelles elles sont normalement liées.

Cette hétérogénéité n'intervient pas seule, d'autre part : *l'amplitude écologique* des groupes ou des espèces joue également un rôle essentiel : seule une analyse précise du milieu, comme l'examen du comportement des espèces dans leur optimum, doit permettre de faire la part entre la plus ou moins grande plasticité du matériel végétal et l'hétérogénéité du milieu proprement dit.

Il est facile d'imaginer, en outre, que les affinités deviennent de plus en plus diverses à mesure qu'on s'éloigne d'un groupement typique pour s'atténuer ensuite, lorsque se trouve atteint un autre groupement typique, comme l'a notamment montré DUVIGNEAUD (P.) (1946).

Dans le système de classification de l'Ecole de Zurich-Montpellier, ces affinités — *c'est-à-dire le caractère polydimensionnel de l'association* — sont souvent masquées, car ne sont mises en pleine lumière, pour un groupement donné, que les caractéristiques des diverses unités compréhensives auxquelles appartient ledit groupement, alors que certaines espèces intéressantes, caractéristiques par exemple, d'autres unités, sont rejetées dans la foule plus ou moins anonyme des compagnes.

Il arrive toutefois qu'il soit fait état, dans certains tableaux, du caractère composite des associations : les groupes d'espèces mis alors en évidence nous paraissent présenter d'étroites analogies avec les groupes écologiques proprement dits, à ceci près que les premiers restent purement floristiques, alors que les seconds sont rattachés, corrélativement, à un facteur écologique décisif ; c'est ainsi que MOOR (M.) (1952) dans les tableaux de l'*Equiseto-Abietetum*, de l'*Abieti-Fagetum elymetosum*, et du *Fagetum silvaticae alietosum* — toutes associations appartenant à l'alliance du *Fagion* — a mis en relief les espèces caractéristiques des *Vaccinio-Piceetalia*. BRAUN-BLANQUET (J.) (1949), dans le tableau d'association de l'*Euphrasio-Pinetum* — rattaché à l'alliance de l'*Ononido-Pinion* — a détaché, du groupe des compagnes, certaines espèces, caractéristiques du *Quercion pubescenti-sessiliflorae*, et d'autres, caractéristiques de l'*Erico-Pinion*. De même, le tableau du *Curvuletum elymetosum*, dans l'étude du même auteur sur la végétation alpine des Alpes Françaises (1954), comprend à côté des compagnes, deux grands groupes d'espèces : les caractéristiques des *Caricetalia curvulae* (acidophiles) et les caractéristiques des *Seslerietalia* (basophiles). Ces quelques exemples montrent que rien n'interdit d'assouplir la

classification hiérarchisée, tout en restant dans le domaine purement floristique, et que les analogies entre la méthode floristique et celle des groupes écologiques, sont formément très étroites (10).

Ils confirment les difficultés du classement des associations en raison de leur variabilité; ils montrent, enfin, l'intérêt qu'il y a à utiliser conjointement l'analyse floristique et l'analyse écologique et l'inconvénient que présente — comme l'a souligné fortement NÈGRE (R.) (1959) — d'utiliser le seul critère floristique, quelle que soit l'ampleur de l'unité étudiée.

C'est pourquoi nous n'avons pas cherché à nous enfermer dans un système rigide de classification; nous pensons que la méthode d'analyse des groupements adoptée dans ce travail, c'est-à-dire la mise en évidence, en leur sein, de groupes d'espèces caractéristiques stationnelles, doit permettre d'éclairer suffisamment les rapports d'ordre édaphique, climatique, etc. qui les unissent.

1.2.1.4. — Associations végétales et milieu, Examen critique.

Il reste enfin à s'interroger sur les difficultés que peut soulever l'application d'une telle méthode, dans laquelle, il faut le rappeler, l'analyse écologique ne précède pas l'analyse floristique, mais lui reste parallèle.

Les critiques formulées à l'encontre des méthodes écologiques, en général, peuvent se résumer ainsi.

Le milieu physico-chimique étant extrêmement complexe, et comprenant un grand nombre de facteurs où peuvent apparaître des interr réactions compensatrices ou cumulatives, il est très difficile, voire impossible, de le cerner, et il apparaît alors comme une notion assez abstraite.

En second lieu, ce milieu n'explique pas tout: le végétal agit sur lui; et surtout, des facteurs biotiques extrinsèques jouent également des rôles multiples, dont les plus importants ne sont pas forcément les plus apparents (antibiotisme de sécrétion).

L'histoire de la flore enfin, les moyens de dissémination et les aptitudes variées à la compétition des diverses espèces interviennent aussi — et à des degrés divers — pour expliquer la composition qualitative et quantitative des associations.

Que le milieu soit extraordinairement complexe, la chose ne paraît pas douteuse. La plupart des chercheurs — dont PRENANT (M.) (1934) a résumé certaines conclusions — qu'ils se soient occupés d'écologie animale ou végétale, l'ont souligné maintes fois. Dans le domaine de la Phytosociologie, GUINOCHET (M.) (1955) y a insisté

(10) Il suffit, pour s'en convaincre, de se reporter, par exemple, au travail de BRAUN-BLANQUET (J.) et de JENNY (H.): « Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der Alpenstufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des *Caricion curvulae*) » (1926).

tout particulièrement. Sans doute, l'utilisation des groupes écologiques reste-t-elle délicate, et même si l'on donne à la corrélation qui les lie au milieu une valeur relative et non absolue. En effet, certains facteurs présentent entre eux de véritables corrélations internes : l'exemple le plus connu est, en Pédologie, celui des sols peu évolués reposant sur une roche-mère calcaire, qui sont, en général, chauds et secs ; on risque, comme l'a noté DUCHAUFOUR (Ph.) (1952), d'appeler calcicoles des espèces n'offrant aucune exigence particulière vis-à-vis des carbonates ou de l'ion calcium, mais qui trouvent sur de tels sols, les conditions de chaleur et de sécheresse qui leur conviennent.

En conséquence, nous n'avons pas cherché à faire une analyse fine, qui relèverait d'ailleurs de la physiologie écologique expérimentale. Nous nous sommes contenté — il s'agit là, si l'on veut, d'une première approximation — de repérer les facteurs simples (11) ou, mieux, *les complexes de facteurs dont l'observation montre qu'ils sont corrélativement et naturellement liés au développement optimum de certaines espèces*. Les relations mises ainsi en évidence ne sont pas forcément causales, mais doivent être considérées comme de *simples corrélations*, dont l'importance, à la fois théorique et pratique, n'en est pas moins considérable ; elles sont, d'autre part, celles observées dans la nature, en ce sens que le milieu naturel peut parfois se montrer plus éloigné du milieu optimum qu'un milieu artificiel expérimental (12).

En ce qui concerne le deuxième groupe d'objections, à savoir que le milieu physico-chimique n'explique pas tout, nous noterons ce qui suit.

En attachant une importance particulière à la pédologie et en envisageant, lors de l'étude d'un sol, non point tel ou tel facteur, mais un complexe de facteurs liés entre eux, nous intégrons, en fait, beaucoup de biologie proprement dite.

En second lieu, le fait que le végétal agisse sur le milieu et réciproquement n'enlève rien à l'intérêt de la méthode des groupes écologiques. Bien au contraire : l'étude des associations nous paraît grandement facilitée si l'analyse floristique et l'analyse écologique sont menées de front.

Le rôle joué par certains facteurs biotiques — dont l'homme au premier chef — est, sans doute, loin d'être négligeable et les fores-

(11) De tels facteurs sont ceux étudiés par les phytosociologues lorsqu'ils déterminent l'écologie globale des associations : « en matière d'écologie, la seule chose à laquelle nous puissions prétendre est la recherche du ou des facteurs prédominants, décisifs, pour chaque association, qu'ils soient la cause initiale ou la résultante du complexe écologique correspondant à chacune d'elles » [GUINOCHET (M.) (1938)].

(12) Cf. PRENANT (M.) (1934, p. 48).

tiers — GÚINIER (Ph.) (1950), ROL (R.) (1945), notamment — ont insisté à maintes reprises à son sujet. On a souvent rapproché, en effet, les termes : écologie et physionomie, et montré qu'à une certaine échelle tout au moins, la physionomie, c'est-à-dire pratiquement la dominance de telle ou telle espèce, était incapable de rendre compte des caractères particuliers des groupements, de leur comportement, de leur évolution... Cette critique, — qui vise surtout les dominances d'origine biotique, et c'est la raison pour laquelle nous en reparlons ici — est parfaitement fondée dans certains cas, mais nous croyons l'avoir montré, pas dans *tous*. L'essentiel est donc de faire la part entre ce qui relève d'une influence humaine et ce qui n'en dépend pas, ou n'en dépend pas directement.

D'autre part, la méthode dite écologique est loin de ne retenir comme critère que la dominance ; nous ne pensons donc pas qu'elle aggrave ou qu'elle esquivé la difficulté. Le plus souvent, au contraire, l'étude du comportement d'une espèce — considérée isolément — à l'égard du seul milieu physico-chimique, doit faciliter celle de son comportement lorsqu'intervient l'influence humaine.

Quant aux phénomènes d'antibiotisme étudiés maintenant par un grand nombre de chercheurs et mis en lumière notamment par GUYOT (L.) (1951-1954) et ses collaborateurs dans les pelouses à *Brachypodium pinnatum* et *Bromus erectus* du Nord de la France, ils semblent, sans doute, expliquer à eux seuls, l'absence ou la rareté de certaines espèces dans un groupement végétal déterminé (13).

Cet antibiotisme n'est, au fond, qu'une forme de la concurrence vitale, terme souvent utilisé, mais d'une façon très vague, par les forestiers à propos de certaines espèces arborescentes, qui paraissent se localiser dans des stations où une telle concurrence est faible ou nulle et dont le Pin à crochets est un des meilleurs exemples.

Mais, même dans le cas où cet antibiotisme agit de façon positive (14), c'est-à-dire facilite directement la germination de telle ou telle espèce, il ne met nullement en cause les corrélations qui lient les espèces à certaines stations. S'il est très probable, en effet, que de nombreuses espèces doivent leur élimination de stations leur convenue à la sécrétion d'autres espèces — que l'on doit alors, légitimement, considérer comme mieux adaptées — il n'en reste pas moins que la présence, avec une vitalité normale, d'une espèce au sein d'un groupement, implique qu'elle se trouve *en équilibre* — au moins provisoire — *avec les conditions écologiques* (même prises

(13) On trouvera dans SCHAEFFER et MOREAU (1958-59), une liste de travaux ayant plus spécialement trait à l'antibiotisme en forêt.

(14) Il faut noter que l'antibiotisme agit le plus souvent de façon positive, en dernier ressort : en éliminant certaines espèces d'une station donnée, il en favorise d'autres, en effet, du même coup, qui voient diminuer la concurrence vitale.

dans le sens étroit d'environnement physico-chimique) de la station et même si cette dernière n'est pas idéalement la meilleure pour elle.

Dans ce domaine encore, nous pensons que l'étude de l'écologie des espèces — ce terme fût-il pris dans son sens le plus étroit — ne peut que contribuer à éclairer les relations complexes, d'ordre spécifiquement biologique, qui lient les diverses espèces d'une même association.

Quant à l'aptitude à la compétition et aux moyens de dissémination des espèces — notions qui se rattachent aux précédentes d'ailleurs — ils seraient négligés pour certaines d'entre elles, évidemment, si l'on se référait au seul test de l'abondance-dominance, ce qui n'est pas. D'autre part, pour une même espèce, l'étude de son comportement — variable suivant les stations — doit précisément permettre de déceler, toujours de façon corrélatrice, son amplitude et son optimum écologique, et de faire ainsi la part, au sein d'un groupement, de ce qui revient, pour cette espèce, aux facteurs intrinsèques définis ci-dessus et à ceux du milieu proprement dit.

Nous pensons, enfin, que l'existence de régions florales qui s'expliquent par l'histoire des vicissitudes de la végétation, ne soulève pas de difficultés particulières, puisque l'on peut toujours mettre en évidence *des différentielles géographiques*, liées plus ou moins à certaines stations. En tous cas, dans ce domaine encore — où se trouve posé le problème même des aires des espèces — la méthode des groupes écologiques non seulement n'aggrave pas les difficultés, mais risque d'apporter des explications, puisqu'elle confronte, à chaque pas, floristique et écologie.

En résumé, ne cherchant pas à définir d'abord les milieux ou d'abord les associations, nous avons adopté une position moyenne en essayant de mener parallèlement l'analyse floristique et l'analyse écologique. Quelles que soient en effet, les formes d'action de la concurrence vitale, la végétation nous paraît présenter les liens positifs, *d'abord avec le milieu* avec lequel elle est obligatoirement en équilibre (15); même lorsqu'une part importante du milieu comme l'humus, par exemple, doit la plus grande partie de son origine à certaines espèces: arbres, éricacées, graminées... il n'est pas d'une spécificité telle que ses saprophytes eux-mêmes apparaissent comme les satellites obligatoires de telle ou telle espèce edificatrice. Le parasitisme lui-même est, la plupart du temps, lié indirectement au milieu.

Mais d'autre part, ce dernier est d'une telle complexité qu'il est difficile de l'aborder de front, surtout de façon analytique. Il est

(15) « L'association traduit, en somme, *un état d'équilibre entre la végétation et les conditions du milieu*. Elle représente une réalité, mouvante sans doute, car elle varie dans le temps et dans l'espace, dans la mesure où le milieu varie lui-même » [MOLINIER (R.) (1935)].

donc intéressant d'envisager des *complexes de facteurs*: dans le monde forestier tout particulièrement, la *pédologie offre ainsi des ressources extrêmement fécondes*. Mais les obstacles s'accumulent vite dès que le climat intervient — le climat du sol y compris, évidemment, dont s'occupe la pédologie — : ce dernier est un facteur fluctuant, où l'intégration du temps exige certains délais, et que les données usuelles fournies par la météorologie n'arrivent pas à définir avec assez de précision. Dans certains cas, l'utilisation de termes phytogéographiques, bien que vagues, s'avère alors indispensable, et ces derniers ne prennent toute leur valeur qu'accollés aux noms de certaines espèces.

Ainsi la floristique doit épauler l'écologie, et réciproquement.

I.2.2. — Groupes écologiques.

L'étude des groupes écologiques a été conduite en même temps que celle des associations dont ils relèvent, mais également par l'examen de certains transects: passages verticaux, ou en long, passages latéraux.

Dans toute la mesure du possible, nous avons suivi des profils le long desquels un seul facteur variait: par exemple, sur un sol carbonaté, à une altitude donnée, nous avons comparé la flore d'un versant sud et celle d'un versant nord; sur une même roche-mère et sur un même versant, nous avons suivi la chaîne des sols et celle de la végétation correspondante, etc.

Nous avons ainsi obtenu des résultats permettant de définir des corrélations de valeur relative, les uns non chiffrés, les autres chiffrés et résultant d'analyses mésoclimatiques, microclimatiques et pédologiques.

Nous avons enfin confronté ces résultats avec ceux obtenus par d'autres chercheurs, qu'ils se soient préoccupés de la synécologie des groupements forestiers, ou qu'ils se soient plus particulièrement penchés sur le comportement de telle ou telle espèce (16).

I.2.2.1. — Facteurs analysés.

L'observation nous a montré que la flore sylvatique de notre dition était corrélativement liée aux facteurs écologiques ci-après: climat général; température (influencée, toutes choses égales d'ailleurs, par l'altitude); économie de l'eau et aération du sol (la première dépendant dans une large mesure de l'exposition); état et

(16) On trouvera dans le numéro d'août 1954 de la revue « Allgemeine Forst und Jagdzeitung » l'analyse des principaux groupes écologiques forestiers de l'Allemagne du Sud tels qu'ils résultent des études de FABER, GAISBERG, HAUFF, SCHLENKER, KREH, OBERDORFER, SCHÖNHAR.

Il faut citer aussi les travaux de ZLATNIK (A.) (1957).

nature du complexe absorbant du sol et composition et structure de l'humus; ces divers facteurs présentant entre eux, d'ailleurs, certaines relations de dépendance: par exemple économie de l'eau et humus.

En ce qui concerne le *climat général*, nous n'avons pas craint, malgré le sens vague qu'on peut leur reprocher de posséder, d'utiliser certains termes phytogéographiques. Comme l'a noté JOVER (P.). (1949), ces qualificatifs ne précisent pas obligatoirement le centre de l'origine des espèces qu'ils définissent, mais ils « donnent une image suffisamment approchée de leur amplitude écologique, ... relativement aux conditions climatiques ».

Ils ont été utilisés par certains phytosociologues, dont MEUSEL (H.) (1940), et ils nous paraissent intéressants, lorsque s'observent, côte à côte, des espèces appartenant à des éléments floristiques différents: c'est ainsi que, en Haute-Maurienne, les associations de Pin sylvestre ou de Pin à crochets présentent à la fois des espèces dont l'optimum de développement se situe dans la région méditerranéo-montagnarde, et d'autres dont l'optimum se situe dans le sud de l'Europe orientale ou dans les régions steppiques voisines de la Caspienne (espèces sarmatiques de BRAUN-BLANQUET).

De même, parmi les espèces mésophiles médio-européennes du cortège des forêts feuillues, certaines ne se rencontrent absolument pas dans notre dition; un contingent, par contre, pénètre dans le monde intra-alpin, au delà de Saint-Julien-de-Maurienne: dans ce groupe, certaines espèces ne dépassent presque pas la zone subbriançonnaise, tandis que d'autres s'observent au cœur de la Haute-Maurienne. Nous avons donc jugé utile de distinguer les unes des autres.

A l'altitude est liée la notion d'étage, ce dernier devant être toujours envisagé, ainsi que l'a montré EMBERGER (L.) (1954), d'une façon relative et non absolue, c'est-à-dire dans le contexte d'un climat régional donné. En ce qui concerne cette étude, par conséquent, les noms de divers étages s'entendent accolés au terme générique d'« intra-alpin » qui constitue un type de climat de montagne, froid et sec, et dont les caractéristiques seront analysées plus loin. L'action de l'altitude est évidemment fort complexe: elle porte essentiellement sur l'économie de l'eau et la température; l'économie de l'eau fait l'objet de commentaires à part; disons simplement que si les précipitations augmentent avec l'altitude — tout au moins pour les étages sylvatiques qui nous intéressent — l'évaporation, qui apparaît comme un phénomène opposé, varie dans le même sens.

En ce qui concerne la *température*, qui diminue avec l'altitude, nous l'avons, en quelque sorte, intégrée dans les termes qui désignent les étages, ceux-ci étant entendus dans le sens que leur donnent traditionnellement les biogéographes [OZENDA (P.) (1964)].

A ces étages ne sont pas liées, d'une façon absolue, des limites altitudinales parce qu'elles varient d'une région à une autre selon le climat général et d'autres facteurs: c'est ainsi que, dans notre dition, typiquement intra-alpine, l'étage montagnard qui est, à l'Envers celui des Sapinières et, à l'Adret, celui des Pineraies de Pin sylvestre, monte plus haut que dans les Préalpes (1 800 m contre 1 600 m); il en est de même de l'étage subalpin qui atteint 2 300 m environ et où l'on rencontre, dans sa partie inférieure, des pessières, et, dans sa partie supérieure, des pineraies de Pin Cembro (sur sol calcimorphe, des pineraies de Pin à crochets).

Nous avons dû nous contenter de ces termes, sans doute assez vagues, qui impliquent une certaine adaptation des espèces ainsi qualifiées aux conditions thermiques globales qui règnent dans ces divers étages, à chaque exposition, car nous ne possédons malheureusement pas assez de données de températures, et suffisamment étalées dans le temps. Les bioclimatologistes, qui auront évidemment à tenir compte au plus haut point des données de la phytosociologie, devront tout particulièrement s'attacher à serrer de plus près ce problème, en disposant notamment leurs appareils le long de certains transects judicieusement choisis.

Cependant, les mesures mésoclimatiques et microclimatiques (17) que nous avons faites, permettent d'apporter quelques chiffres; de même — et surtout — les données de certains postes météorologiques qui étaient, précisément, sinon alignés sur un même versant, du moins point trop éloignés d'un même profil, nous ont permis de rattacher aux principaux étages, quelques caractéristiques thermiques.

Le rôle considérable joué par *l'économie de l'eau* — du sol et de l'atmosphère — dans la vie des plantes et de leurs groupements n'a pas à être rappelé. Mais il s'agit d'un phénomène complexe, difficile à étudier. Des bioclimatologistes comme EMBERGER (L.) (1932-1942-1953-1954), THORNTHWAITE (C.-W.) (1948), des agronomes comme TURC (L.) (1953), HENIN (S.) (1936), des pédologues, des phytosociologues, des hydrauliciens même comme COUTAGNE (1942), ont cherché, non sans résultats importants, à le cerner et à exprimer ses principales caractéristiques par des valeurs simples, couvrant des facteurs très complexes.

Nous avons pu, pour l'eau du sol, utiliser dans un assez grand nombre d'associations et pour une saison de végétation, un appareil à potentiel capillaire; nous avons complété ses données en calculant pour certains groupements — mais de façon plus fragmentaire — le pouvoir évaporant relatif de l'atmosphère (cf. ci-après le chapitre sur les méthodes d'analyse climatique). Les résultats

(17) Ces termes seront définis au chapitre I.4, lors de l'analyse des méthodes d'étude des climats.

obtenus sont venus corroborer ce que montre la simple observation et qui permet de distinguer *de façon relative*, nous insistons sur ce dernier terme :

— *des espèces méso-hygrophiles* qui exigent une eau de rétention disponible, suffisamment abondante. Ces espèces, appartenant pour la plupart à la mégaphorbiaie, selon le terme expressif de J. BRIQUET, s'observent essentiellement sur versant Nord, dans les couloirs d'avalanches ou les combes à neige, ou à proximité des torrents qui entretiennent en permanence une atmosphère humide ;

— *des espèces mésophiles*, exigeant un sol frais, c'est-à-dire dont les réserves d'eau restent toujours au-dessus du point de flétrissement, espèces de versants nord, où l'insolation est peu vive et le pouvoir évaporant de l'atmosphère atténué ;

— *des espèces xérophiles*, qui sont adaptées à une dessiccation accentuée du sol et qui s'observent sur les versants sud et ouest, où l'insolation est plus vive et le pouvoir évaporant de l'atmosphère élevé.

Il faut noter ici qu'il existe d'ailleurs entre l'économie de l'eau du sol et la structure de l'humus, dont il va être question, une correspondance étroite, bien mise en évidence par DUCHAUFOR (Ph.) (1960).

De l'état du complexe absorbant (richesse en bases) et de la composition et de la structure de l'humus, dépendent très étroitement la nutrition minérale et la nutrition azotée des végétaux. Comme il existe une relation étroite, d'une part, entre l'état de ce complexe et la structure de l'humus, et, d'autre part, entre cette structure et l'économie de l'eau du sol, on conçoit que l'humus ait pu être considéré par DUCHAUFOR (Ph.) (1960), notamment *comme intégrant tout un ensemble des propriétés du sol*.

Cette importance des bases, sinon de l'humus, a toujours été reconnue, et plus particulièrement par les phytosociologues qui se sont occupés comme BRAUN-BLANQUET (J.) (1948) et GUINOCHE (M.) (1938), de l'étage alpin, puisque le calcium, si l'on peut dire, leur a servi à asseoir les grandes divisions des groupements qu'ils avaient à analyser.

D'une façon très générale, tous les groupements que nous avons étudiés reposaient sur des sols aérés, drainés, un peu hydromorphes parfois, mais jamais formés en conditions permanentes d'anaérobiose (tourbes) ou semi-permanentes (anmoors). Nous avons donc pu distinguer des espèces assez étroitement adaptées aux divers types d'humus formés en conditions d'aérobiose, définis par DUCHAUFOR (Ph.) (1957-1960), soit :

- 1) *des espèces calciphiles*, correspondant à des humus calciques ou eutrophes, c'est-à-dire présentant une grande richesse en bases et caractérisant les sols calcimorphes. Dans ces sols à mull-mo-

der calcique, le complexe absorbant est voisin de la saturation, toujours riche en calcium échangeable; l'humification est rapide (en condition d'aération normale), le rapport C/N bas (autour de 10), sauf pour les moder calciques; le pH souvent supérieur à 7.

- 2) *les espèces subacidiphiles* liées soit à un mull type aéré, soit, le plus souvent à un mull faisant le passage vers un moder (*mull-moder*). Le complexe absorbant de ces humus est partiellement désaturé, avec un rapport C/N compris entre 10 et 20; la minéralisation est assez rapide et le pH se situe aux environs de 5 ou de 6. En forêt résineuse, l'horizon A₁ est toujours surmonté d'un petit horizon A₀ à C/N élevé et riche en matière organique.
- 3) *des espèces acidiphiles*, qui s'observent sur des sols et des humus oligotrophes, appauvris en bases; l'humus est du type *moder*: le complexe saturant est encore plus désaturé (taux de 10 à 20 %), l'humification est plus lente que dans le mull, le rapport C/N peu différent par contre, la minéralisation également; mais la cohésion argile-humus est faible, et la structure qui en résulte est du type particulière. Le pH est, en général, inférieur à 5.
- 4) *des espèces caractéristiques d'humus brut (mor)*: l'humus brut se caractérise par un taux de saturation du complexe absorbant très faible, une minéralisation très lente tout à fait caractéristique, un pH inférieur à 5; le mélange matière organique, matière minérale à peu près nul, le rapport C/N étant toujours supérieur à 20 dans l'horizon A₀.

I.2.2.2. — Groupes écologiques résultant de la combinaison des facteurs analysés.

L'interférence des facteurs analysés — et bien qu'il s'agisse de complexes de facteurs, plutôt que de facteurs simples — donne d'assez nombreuses combinaisons.

Si l'on s'en tient à la seule économie de l'eau et aux types d'humus, on peut dresser le tableau schématique ci-après, abstraction faite des espèces caractéristiques des anmoors et des tourbes, dont nous avons dit qu'elles n'étaient pas présentes dans les forêts de notre dition.

En adoptant un troisième axe de référence (altitudes), on obtiendrait, toujours de *manière très schématique*, un nombre de groupes multiplié par celui des étages retenus; en se référant au climat général, aux aires, le nombre de groupes serait, encore, à multiplier par celui de ces « paramètres ».

On risque donc d'arriver à des chiffres considérables, et à un tableau synoptique fort complexe.

		Humidité croissante →	
Richesse en bases ↓ Complexe de plus en plus désaturé.	Milieu sec (Espèces xérophiles)	Milieu moyennement humide (Espèces mésoxérophiles à mésophiles)	Milieu humide (Espèces mésohygrophiles)
	xéro-calciphiles (moder et mull calciques)	Méso-calciphiles — (mull calcique)	Méso-hygro-calciphiles (hydromull calcique)
	xéro-subacidiphiles de mull (sand-mull)	Mésophiles de mull forestier — (mull mésotrophe)	Méso-hygrophiles d'hydromull (hydromull mésotrophe)
	xéro-acidiphiles de moder	Mésophiles de moder forestier	Méso-hygrophiles d'hydro-moder
	xérophiles de mor (xéromor)	Mésophiles de mor	Méso-hygrophiles d'hydro-mor

(1) Les termes d'hydromull et d'hydromor adoptés par DUCHAUFOR (Ph.) (1960-1965) sont empruntés à LAFOND.

En fait, la complexité est moins grande qu'il ne paraît au premier abord et pour les raisons suivantes.

En premier lieu, toutes les combinaisons écologiques ne s'observent pas en forêt, dans notre dition : la vigueur des pentes, en particulier, fait que toutes les stations sont drainées, à l'exception de quelques micro-stations peut-être, de très faible surface et dont l'importance pratique est absolument négligeable. Ne s'observent donc pas de moders hydromorphes ni d'hydromors, et *a fortiori*, d'anmoors ou de tourbes, comme il a été déjà dit.

D'autre part, il est relativement rare qu'une espèce se trouve être spécialisée à l'égard de chacun des grands facteurs analysés, et ceci est, dans une certaine mesure, regrettable, car il s'agirait là d'une véritable caractéristique stationnelle. *Vaccinium Myrtillus*, par exemple, mésophile d'humus brut, possède une vaste amplitude quant à l'altitude et a une aire très vaste; *Erica carnea*, qui peut être considérée, à bien des égards comme une espèce très spécialisée (aire, type d'humus) s'étend cependant en altitude — du moins en Haute-Maurienne — de l'étage montagnard à l'étage subalpin; *Poa Chairii* et *Milium effusum*, localisés sur les sols à mull forestier et mésophiles, ont une aire vaste et s'observent à des altitudes

diverses. Les espèces présentent donc presque toujours une certaine amplitude, au moins dans une direction. Ceci est surtout vrai pour les espèces xérophiles qui paraissent, dans l'ensemble, indifférentes au chimisme du sol. Cette observation rejoint celle de DUCHAUFOUR (Ph.) qui, dans un récent article (1960), notait que, « lorsqu'un facteur physique important (eau, aération) atteint une valeur extrême — soit par son excès, soit par son insuffisance — il tend à l'emporter sur les facteurs chimiques, qui, en comparaison, n'exercent qu'une influence secondaire sur la végétation ». Et de citer l'exemple de *Cladonia sylvatica* rencontré sur milieu sec, pourvu qu'il ne soit pas calcaire, c'est-à-dire poussant aussi bien sur xéromoder que sur xéromor ou même sur mull sableux (xéromull) et celui de *Molinia coerulea*, « espèce acidiphile exigeante en eau, mais supportant des phases de dessiccation marquée, et qui se rencontre aussi bien sur hydromoder que sur anmoor et sur tourbe ».

Tout ceci explique que, dans le tableau général des groupes écologiques, et pour ne pas l'alourdir, nous n'ayons pas mis en évidence tous les facteurs, mais d'abord : l'économie de l'eau et la nature de l'humus, ce qui permet de délimiter des complexes de groupes, en nombre limité, à l'intérieur desquels peuvent être mis en évidence, si besoin est, les groupes eux-mêmes — en fonction de l'altitude, tout particulièrement.

Un tableau relativement simplifié peut donc être élaboré puisque, lors de l'étude des associations, il sera facile de faire les distinctions qui s'imposent : par exemple, parmi les mésohygrophiles de mull forestier (hydromull forestier), certaines espèces ont une aire géographique plus étroite que les autres : *Alnus viridis*, *Achillea macrophylla*, *Aconitum paniculatum*, ne s'observent, ni dans les Pyrénées, ni dans le Massif Central ; leur aire s'étend sur l'Apennin, les Carpathes et les Balkans, au delà des Alpes (18). Cette spécialisation géographique doit, ou en faire des caractéristiques *sensu stricto* d'une association relativement étroite, ou, mieux, des différentielles géographiques d'une unité plus vaste, correspondant, si l'on veut, à l'« *Adenostylon* ».

Par ailleurs, certaines espèces qui ont, on l'a vu, à l'égard d'un facteur déterminé une amplitude étroite, mais à l'égard d'un autre facteur une amplitude plus vaste, figureront dans notre tableau, au besoin dans plusieurs cases : *Deschampsia flexuosa* par exemple, ne paraît pas avoir un optimum nettement localisé en ce qui concerne l'économie de l'eau ; elle est, par contre, étroitement liée aux sols à moder : cette spécialisation a une valeur incontestable, et l'espèce doit figurer dans notre tableau, car elle peut être — et doit être — considérée comme une différentielle de grande valeur.

(18) *Achillea macrophylla* est même localisée dans les seuls Apennins, en dehors des Alpes.

A l'inverse, *Arctostaphylos Uva-ursi* est relativement indifférente au type d'humus, à son pH etc. Elle se localise, par contre, dans les stations xériques. Comme il s'agit, en outre, d'une orophile (montagnarde à subalpine) à aire circumboréale, elle mérite également de prendre place dans un — ou plusieurs — groupes écologiques (19).

Il nous paraît nécessaire, en effet — et en cela nous partageons tout à fait le point de vue de DUVIGNEAUD (P.) (1946) — de réduire le nombre souvent considérable des « compagnes ».

Parmi ces compagnes (20), il en est peu, en définitive, qui soient dénuées d'intérêt, nous l'avons dit à propos de la systématique des associations. Certaines compagnes, en effet, souvent réduites à ce rang dans le système de l'Ecole de Zurich-Montpellier, parce qu'elles ne caractérisent aucune des unités auxquelles appartient l'association où elles figurent, doivent permettre, cependant, de mettre en relief des affinités très intéressantes entre groupements paraissant éloignés les uns des autres, si l'on se réfère à l'ordre ou à la classe dont ils relèvent. C'est ainsi que des espèces déjà citées, comme *Poa Chaixii* ou *Milium effusum*, dont l'aire est vaste et qui s'observent dans de nombreuses associations forestières, sont liées à des sols à mull ou mull-modér forestier : leur relative abondance dans le faciès à *Calamagrostis villosa* du *Rhodoreto-Vaccinietum* a donc une signification pédologique des plus précieuses.

D'une façon générale, les espèces dont il nous a paru difficile de préciser l'optimum, mais qui ont, cependant, une signification écologique assez étroite au moins quant à un facteur important du milieu, figurent dans nos tableaux, dans plusieurs cases, mais entre parenthèses.

Notre tableau va donc permettre, dans une certaine mesure, de rendre concret le degré de spécialisation des espèces, eu égard, tout au moins, aux facteurs retenus. Une espèce liée à la fois à un type de climat, à un étage, à une certaine valeur de l'économie de l'eau et à un type de sol et d'humus, sera une authentique caractéristique stationnelle, et de degré 4, si l'on osait chiffrer une telle spécialisation ; une autre, liée à trois facteurs seulement ou à deux, sera moins caractéristique : elle pourrait être qualifiée de différentielle, et ainsi de suite... Mais, l'on conçoit que l'intérêt d'une différentielle soit aussi considérable — sinon plus — que celui d'une caractéristique authentique, marquée, par ce fait même, par un certain endémisme. Cette différentielle permettra, en effet, de comparer des associations homologues, c'est-à-dire à l'écologie semblable, alors que

(19) Au lieu de faire figurer ces espèces dans plusieurs groupes, nous les avons réunies, en fait, dans un groupe d'« indifférentes », plus compréhensif que les autres, par conséquent.

(20) On doit considérer comme telles, les ubiquistes et, provisoirement, les espèces dont l'écologie est trop mal connue.

leur matériel floral peut différer, par ailleurs et pour des raisons historico-géographiques (21). Une caractéristique, *sensu-stricto*, n'aurait, par contre, qu'une valeur locale et, à la limite, une caractéristique à endémisme élevé, à aire très étroite, finirait par ne plus présenter un gros intérêt, tout au moins dans le domaine de l'écologie comparée.

Nous voudrions, pour clore cette analyse générale, insister sur plusieurs autres points qui nous paraissent essentiels.

- 1) il ne faudrait pas voir, dans les limites que nous avons tracées, des frontières intangibles: d'abord et surtout, parce que nous connaissons encore mal l'écologie des espèces (*seule, une analyse statistique, s'appuyant sur de très nombreuses mesures, permettra de serrer de plus près un tel problème*); ensuite, parce que, quoi qu'on fasse, la nature se laissera toujours difficilement enfermer dans les conceptions systématiques de l'esprit humain.
- 2) il est probable, en second lieu, que le comportement de certaines espèces, tel qu'il nous est apparu, soit en contradiction plus ou moins nette avec celui que ces mêmes espèces présentent dans une autre région, où la concurrence vitale, en particulier, est différente: il nous semble que, dans ce domaine, la méthode dite des groupes écologiques, doit alors faciliter, par sa nature même, l'étude des micromorphes, des écotypes ou l'analyse de la compensation de certains facteurs écologiques, tous éléments qui doivent permettre, précisément, d'expliquer les « anomalies » du comportement des espèces en cause.
- 3) il faut noter, enfin, que la mise en évidence des groupes écologiques et du degré de spécialisation des espèces — même en l'absence de données chiffrées — doit rendre plus aisée l'étude de la structure des associations et éclairer les raisons qui font choisir les caractéristiques, les différentielles, etc..., ce qui ne peut, en définitive, qu'atténuer le caractère trop souvent ésotérique des travaux de Phytosociologie.

I.2.2.3. — Tableaux des groupes écologiques.

En face du nom de chacune des espèces (nomenclature de la Flore de FOURNIER (P.) (1961), nous avons indiqué sa « signification phytosociologique », dans la classification de l'Ecole de Zurich-Montpellier, c'est-à-dire l'unité, plus ou moins compréhensive dont elle est caractéristique, dans la mesure, évidemment, où elle a été retenue comme telle par les chercheurs de cette Ecole.

(21) On retrouve là, la notion de caractéristique transgressive, analysée plus haut.

Ne figurent dans les tableaux généraux, que les espèces rencontrées dans les associations décrites. Il est bien certain qu'un plus vaste tableau, englobant plusieurs régions florales et tous les étages dans chaque climat régional — dans la mesure où ils peuvent y exister — présenterait *une plus grande symétrie et permettrait de mieux mettre en relief cette extraordinaire complexité qui résulte du recoupement des milieux et des régions florales*. En commentant chaque tableau, nous aurons l'occasion de mettre l'accent sur ces prolongements.

1. Groupes écologiques xérophiles.

Parmi les espèces xérophiles, nous avons cru pouvoir distinguer cinq groupes : le premier est celui des espèces liées à un sol calcimorphe, où l'on peut mettre à part celles qui jouent le rôle de pionniers ; le second comprend des espèces qui s'observent sans doute sur des sols calcimorphes, mais qui se rencontrent aussi et sans doute de façon optimale, sur des rankers à xéromull, leur présence sur des xéromoders francs étant beaucoup moins affirmée ; le troisième et le quatrième englobent les espèces acidiphiles, de moder et de mor ; dans le cinquième enfin, nous avons groupé les espèces qui nous ont vraiment paru indifférentes au chimisme du sol, mais qui trouvent leur optimum dans des conditions fort nettes de xéricité.

Ce dernier groupe contient un assez grand nombre d'espèces : ceci s'explique par le fait déjà signalé — mais qui méritera d'être approfondi — à savoir que les propriétés chimiques du substratum s'effacent, en quelque sorte, devant ses propriétés physiques, lorsque celles-ci prennent des valeurs extrêmes. Il faut dire que les espèces xérophiles sont souvent liées à des sols peu évolués, *pauvres en matière organique*, donc particulièrement sensibles aux fluctuations climatiques ; or, la matière organique joue un rôle important, au départ, dans l'altération des roches-mères et dans l'évolution ultérieure des sols, vers des types à humus eutrophe ou à humus acide oligotrophe. On conçoit qu'en son absence, ou étant donné sa rareté, les propriétés des sols, — il faudrait presque dire des lithosols — soient voisines, quelle que soit la composition chimique des roches-mères en cause et dépendent surtout de caractéristiques physiques (texture et microclimat tout particulièrement). *Il est possible, d'ailleurs, que certaines espèces classées par nous dans ce groupe*, telles que : *Asperula aristata*, *Hieracium lanatum*, *Helianthemum canum*, *Fumana procumbens*..., *soient à rattacher au groupe des espèces de sols calcimorphes*. En forêt xérophile — où les rankers à moder sont très rares, car les affleurements de quartzites le sont aussi — nous ne les avons pas observées, effecti-

vement, sur sol silicaté; mais hors forêt, il nous a semblé qu'elles étaient adaptées à divers types de substrats (22).

On observera, d'abord, que *les espèces de sols calcimorphes ou les indifférentes* relèvent d'unités phytosociologiques assez variées. Ceci tient en partie aux espèces qui jouent le rôle de pionniers et se rencontrent dans les associations diverses de « garides » (*Festucetalia vallesiaca*); certaines sont des « transgressives » de la classe méditerranéenne et méditerranéo-montagnarde des *Ononido-Rosmarinetea*. Les espèces de sols plus évolués possèdent aussi des appartenances un peu diverses: ceci montre simplement que la flore des forêts xérophiles et héliophiles présente d'étroites affinités avec celle des pelouses relevant du même « phylum ».

Les *espèces de rankers à xéromull*, comme celles des *rankers à xéromoder*, se trouvent, par contre, moins « dispersées » que les précédentes. Les premières sont, soit des espèces assez plastiques de pelouses médio-européennes (de la classe des *Festuco-Brometea* qui englobe les *Festucetalia vallesiaca*, liées aux contrées à caractère climatique plutôt continental et les *Brometalia*, ordre plus « atlantique »), soit des espèces rencontrées dans les chênaies pubescentes (*Quercetalia pubescentis*), toutes espèces, comme on le voit, qui sont nettement « transgressives », puisqu'on les observe presque toutes, en Haute-Maurienne, jusque dans l'étage subalpin du Pin à crochets.

Les secondes — liées à un xéromoder — sont, pour la plupart, considérées comme des caractéristiques de pelouses alpines à sol humique silicaté (*Caricetalia curvulae*; *Caricetea curvulae*); en forêt, elles se rencontrent dans l'étage subalpin, parfois même dans le montagnard.

Parmi les autres acidiphiles, certaines ont une appartenance vraiment trop « étroite »: *Luzula nivea* (caractéristique du *Luzulo-Fagion*), *Deschampsia flexuosa* et *Veronica officinalis* (caractéristiques des *Quercetea robori-sessiliflorae*) débordent, en effet, très largement, le cadre phytosociologique que leur ont attribué certains chercheurs.

Quant à la rareté des *espèces liées à des xéromors*, elle tient au fait qu'il y a un peu antinomie entre l'existence d'un humus brut et d'une forte xéricité et que l'aire de répartition d'espèces comme *Calluna vulgaris*, *Leucobryum glaucum*, les éloigne de notre dition.

2. Groupes écologiques méso-xérophiles et mésophiles.

Les espèces appartenant à ces groupes sont en nombre plus considérable que dans les groupes précédents, et encore faut-il remarquer que certaines sont sociales: *Ericacées*, *Calamagrostis villosa*,

(22) La difficulté tient au fait que les affleurements de quartzites sont plus ou moins influencés par l'existence de moraines calcaires non indiquées par la carte géologique. Il eût donc fallu faire des analyses systématiques de rhizosphère.

etc. et valent surtout par le nombre d'individus qui les représentent. Ceci s'explique par le fait que le climat même de la forêt, se situe, au point de vue humidité de l'air et du sol, dans la « bande » des mésophiles et des mésoxérophiles et aussi parce que, sur les versants secs et chauds, l'homme a partiellement détruit la forêt pour y installer ses cultures, ce qui a contribué à diminuer l'importance des groupes xérophiles, en forêt.

Comme on peut le constater en se référant aux tableaux, ont été groupées dans un même ensemble les espèces mésophiles et les espèces méso-xérophiles. Il nous a paru, en effet, difficile de faire des coupures dans un domaine où manquent par trop des observations chiffrées. *Ce que l'on doit retenir, c'est que les espèces liées aux sols calcimorphes, plus chauds et plus filtrants, sont les plus xérophiles*, et tout particulièrement celles de de l'étage du Chêne pubescent.

Par contre, il nous a paru intéressant de distinguer — au moins dans les deux premiers groupes — les espèces qui pénètrent dans le monde intra-alpin et celles qui n'y pénètrent pas, ou à peine, et de dresser les limites d'aire de ces dernières espèces. Nous y reviendrons lors de l'étude des éléments floristiques de notre dition.

La signification phytosociologique des espèces rencontrées mérite, là aussi, d'être analysée :

Les espèces de sols à mull calcique qui ne pénètrent pas au cœur de la Haute-Maurienne relèvent, soit des *Quercetalia pubescentis* (les plus xérophiles et les plus thermophiles), soit des *Fagetalia*.

Celles qui pénètrent au cœur de notre région, sont des caractéristiques de pelouses alpines basiphiles (*Seslerietalia*) ou de forêts de Pins basiphiles des Alpes centrales (*Erico-Pinion*). On notera, à nouveau, l'inconvénient qu'il y a à user de termes purement floristiques, pour définir des réalités floristico-écologiques, car si les espèces des *Seslerietalia* se rencontrent bien sur pelouses basiphiles, dans les étages alpin et subalpin, elles sont très fréquentes dans les forêts à base de Pin à crochets (étage subalpin) ou même de Pin sylvestre et de Sapin, chaque fois que s'observent des sols calcimorphes.

Parmi les espèces de ce groupe, certaines comme *Gymnadenia conopsea*, *Carex glauca*, *Melica nutans*, *Cypripedium Calceolus*, n'ont jamais été considérées comme des caractéristiques; ce sont des planitio-orophiles, qui se rencontrent, en effet, dans des associations ne paraissant pas présenter entre elles le moindre rapport, d'où leur caractère de compagnes. En fait, elles se retrouvent de façon très nette — du moins, en Haute-Maurienne — dans toutes les associations se développant sur sol carbonaté ou à complexe saturé, et méritent donc d'être réhabilitées à ce titre.

Nous avons, enfin, cru bon de placer dans ce groupe des calci-
philes des espèces hémicaprophytes d'humus brut — presque toutes

des Piroles — mais d'un humus marqué par le calcium. Ces espèces se rencontrent, en effet, dans des associations reposant sur un substratum calcaire (pineraies de Pin sylvestre et de Pin à crochets). On pourrait penser, *a priori*, qu'elles sont liées au seul humus des Pins. Il n'en est rien, puisque certaines d'entre elles au moins (*Pirola rotundifolia*, *Goodyera repens*) se rencontrent aussi et fréquemment sous Epicea, dans l'*Asplenio-Piceetum* du Jura et des Préalpes, développé sur lapiaz ou sur éboulis de calcaire dur.

Quoi qu'il en soit, l'écologie de ces espèces n'est pas encore très nette et méritera d'être précisée.

Les espèces liées au mull forestier présentent une homogénéité de classement dans le système BRAUN-BLANQUET plus grande encore que celle des espèces précédentes, puisque toutes relèvent de l'alliance du *Fagion* (les plus orophiles) ou de l'ordre des *Fagetalia*; les plus plastiques étant considérées comme des caractéristiques de la classe des *Quercio-Fagetea*.

Cette remarquable correspondance entre l'appartenance de ces diverses caractéristiques à des unités phytosociologiques emboîtées les unes dans les autres, et le fait qu'elles sont liées à des sols bruns forestiers, à mull, tient à ce qu'elles s'observent effectivement de façon optimale, dans les associations de forêts feuillues, proches du climax, sinon climaciques, où l'équilibre s'est établi entre la végétation et le sol (Hêtraies climaciques du *Fagion*, chênaies climaciques du *Fraxino-carpinion*).

Mais il faut noter que, si certaines d'entre elles ne pénètrent pas dans le domaine intra-alpin, où règnent en maîtres les résineux, d'autres, par contre, comme *Actaea spicata*, *Lilium Martagon*, *Paris quadrifolia*, *Euphorbia dulcis*, etc., se rencontrent au niveau de l'étage montagnard, dans la sapinière à Epicea (*Abietetum albae* de KUOCH (R.) (1954), où les hêtraies n'ont cependant jamais existé. C'est qu'il s'agit de caractéristiques stationnelles, liées à des sols à mull qu'elles retrouvent dans ces forêts, caractérisées, on le verra, par des sols à mull-moder, c'est-à-dire présentant le plus souvent un type d'humus qui se situe à la limite du mull et du moder. Ces espèces, il faut le noter, se localisent plus particulièrement dans les trouées de la futaie jardinée où se produit une minéralisation du mull-moder ou du moder et dans les zones à colluvionnement, favorables à l'existence d'un mull franc.

Les espèces du *Fagion* qui, par contre, ne s'observent pas en dehors de l'aire du Hêtre, peuvent être valablement considérées comme formant avec ce dernier un véritable groupe écologique, tout au moins lorsque les conditions édaphiques correspondent à des sols à mull.

Parmi les *acidiphiles*, nous avons cru pouvoir distinguer celles qui sont plus précisément liées à des sols à mull-moder, celles qui,

plus acidiphiles, s'observent de façon optimale sur sols à moder, celles, enfin (Ericacées surtout), des sols à humus brut.

Les unes et les autres appartiennent à l'alliance du *Vaccinio-Piceion* et à l'ordre des *Vaccinio-Piceetalia*, à l'exception de *Gentiana punctata*, *Campanula barbata*, *Avena versicolor*, *Antennaria dioica* qui se rencontrent dans les pelouses alpines et subalpines du *Caricion curvulae* sur sol humique silicaté (ces dernières espèces, on doit le noter, s'observent surtout dans la sous-association à *Calamagrostis villosa* de la pineraie de Pin Cembro dont les affinités avec les pelouses du *Caricion curvulae* sont des plus nettes).

Prenanthes purpurea et surtout *Poa Chaixii*, bien qu'appartenant à l'alliance du *Fagion*, nous ont paru — tout au moins dans notre dition — davantage liées à des sols à mull-moder qu'à des sols à mull franc. *Poa Chaixii* s'observe fréquemment, en effet, dans la sous-association à *Calamagrostis villosa* de la pineraie de Pin Cembro, alors qu'on ne le rencontre nulle part ailleurs. Son abondance dans certaines forêts du Massif Central, sur sol ocre podzologique, semble bien confirmer cette écologie.

Chose curieuse, apparemment: certaines planities-orophiles, sur lesquelles nous avons déjà appelé l'attention, puisqu'elles figurent dans les groupes des xérophiles: *Deschampsia flexuosa* et *Veronica officinalis* sont considérées, par les chercheurs de l'Ecole de BRAUN-BLANQUET, comme des caractéristiques de la classe des *Quercetea robori-sessiliflorae*, classe qui pourrait paraître, *a priori*, comme assez éloignée de celle des *Vaccinio-Piceetea*; en fait, ces classes présentent entre elles des affinités édaphiques incontestables que mettent bien en évidence les groupes écologiques. De telles affinités existent aussi entre les chênaies acidiphiles et certains types de hêtraies comme le *Deschampsieto-Fagetum* des Cévennes [BRAUN-BLANQUET J. (1953)], ou les hêtraies à *Silene ruprestis* et *Polypodium vulgare* décrites dans les Pyrénées par SUSPLUGAS (J.) (1942). Ces hêtraies acidiphiles arrivent — et la chose ne doit pas paraître étonnante, après ce que nous venons de dire — à ne plus présenter, ou presque plus, d'espèces caractéristiques du *Fagion*, et les spécialistes estiment que ces types de hêtraie se rattachent davantage à l'ordre des *Quercetalia roboris*, chênaies acidiphiles [BRAUN-BLANQUET (J.), ROUSSINE (Mme), NÈGRE (R.) (1951, p. 228)] qu'à celui des *Fagetalia*.

La méthode de classement de BRAUN-BLANQUET — nous aurons l'occasion de revenir sur ce point — aboutit donc, au moins dans ce cas particulier, à une inextricable difficulté, alors que l'utilisation des groupes écologiques permet de mettre pleinement en lumière les affinités qui existent entre hêtraies à mull et chênaies à mull et celles qui existent entre hêtraies à moder et chênaies à moder (affinités édaphiques); comme elle permet, dans le même étage, de relier les différents types de hêtraies, car le groupe des espèces

montagnardes liées à un sol à mull, par exemple, se retrouve, bien que forcément tronqué, mais non jamais totalement absent, dans les autres types édaphiques de hêtraies (affinités climatiques).

A noter, toutefois, que, récemment, l'alliance du *Fagion* a été divisée en trois sous-alliances :

l'Eu-Fagion (hêtraies sur sols à mull), le *Cephalanthero-Fagion* (hêtraies sur sols à mull calcique) et le *Luzulo-Fagion* (hêtraies sur sols à moder) [OBERDORFER (E.) (1956)]. Cette façon de faire, qui a évidemment clarifié le problème soulevé ci-dessus, mériterait d'être généralisée, car elle permettrait de faire se rencontrer, sinon se fusionner, les méthodes dites floristiques et celles dites écologiques. Nous reviendrons sur ce point important, dans nos conclusions générales.

Si l'on examine, enfin, les espèces caractéristiques des sols à *humus brut* (sols ocres podzoliques à mor, sols podzoliques ou podzols), on constate qu'elles sont presque toutes des subalpines, à l'exception de *Vaccinium Myrtillus* dont l'amplitude à l'égard de l'altitude est vaste ; ceci s'explique par le fait, sur lequel nous aurons l'occasion de revenir, qu'il y a une étroite corrélation entre les conditions écologiques régnant dans l'étage subalpin et celles qui facilitent la formation d'humus brut ; il s'agit d'espèces caractéristiques de l'alliance du *Vaccinio-Piceion* et, plus précisément, de la sous-alliance *Rhodoreto-Vaccinion*, de l'étage subalpin supérieur.

3. Groupes écologiques méso-hygrophiles.

Etant donné l'absence, nous l'avons déjà dit, dans les forêts de la Haute-Maurienne, de sols non aérés, à hydromorphie permanente, ou même semi-permanente, les espèces liées à des anmoors et à des tourbes sont totalement absentes ; les hydromoders calciques sont également très rares — la perméabilité des roches-mères carbonatées et la vigueur des pentes expliquent cette rareté — si bien que les méso-hygrophiles liées à ce type d'humus forment un maigre cortège ; d'autant plus que les méso-xérophiles de moder ou de mull calcique, comme *Sesleria coerulea*, *Calamagrostis veria*, *Carex glauca*, etc. présentent une certaine plasticité, quant à l'économie de l'eau, et s'observent également dans les parties les plus humides des sols calcimorphes.

Le groupe des méso-hygrophiles des sols à mull est, par contre, bien étoffé. Presque toutes ses espèces appartiennent à la classe des *Betulo-Adenostyletea*, et, plus précisément, à l'alliance de l'*Adenostylon*. Cette homogénéité s'explique, si l'on se réfère au fait qu'il s'agit d'espèces orophiles liées à un type de climat et à un type de sol colluvial bien définis.

Il nous a semblé utile, enfin, de faire figurer dans un groupe à hydromor, *Listera cordata* et *Vaccinium uliginosum*, qui nous paraissent trouver leur optimum sur un tel type d'humus — elles figuraient déjà, mais entre parenthèses, dans le groupe des méso-philés à mor.

GROUPE DES ESPECES XEROPHILES

Espèces - Signification écologique	Unités dont ces espèces sont caractéristiques
1. — <i>Espèces liées à des sols calcimorphes.</i>	
1.1. — <i>Espèces pionniers</i>	
Dryas octopetala	Elyno-Seslerietea
Gypsophila repens	Thlapeetalia rotundifolii
Teucrium montanum	Ononido-Rosmarinetea
Scorzonera austriaca	Festucetalia vallesiacae
Koeleria Vallesiana	Festucetalia vallesiacae
Euphorbia Gerardiana subsp. Loiseu- leri	Festucetalia vallesiacae
Laserpitium gallicum	Stipo-centranthetum
1.2. — <i>Espèces de xéromull calcique ou de xéromull-moder calcique.</i>	
Ononis rotundifolia	Ononido-Pinion
Astragalus monspessulanus	Ononido-Pinion
Coronilla minima	Ononido-Rosmarinetea
Globularia Willkommii	Ononido-Rosmarinetea
Epipactis atropurpurea	Erico-Pinion
Gymnadenia odoratissima	Erico-Pinion
(Polygala Chamaebuxus)	Erico-Pinion
Onobrychis montana	Seslerietalia coeruleae
Brunella grandiflora	Festuco-Brometea
Globularia cordifolia.	
Campopthecium lutescens.	
Rhytidium rugosum.	
Brachytecium glareosum.	
Encalypta streptocarpa.	
(Tortella tortuosa).	
2. — <i>Espèces liées à des rankers à xéromull.</i>	
Polygonatum officinale	Quercetalia pubescentis
Chrysanthemum corymbosum	Quercetalia pubescentis
Trifolium rubens	Quercetalia pubescentis
Laserpitium latifolium	Quercetalia pubescentis
Geranium sanguineum	Quercetalia pubescentis
Berberis vulgaris	Quercetalia pubescentis
Vincetoxicum officinale	Quercetalia pubescentis
Coronilla Emerus	Quercion pubescentis
Ononis spinosa	Bromion erecti
Hippocrepis comosa	Bromion erecti
Brachypodium pinnatum	Brometalia
Centaurea Scabiosa	Festuco-Brometea
Gallium Mollugo subsp. corrudifolium.	Festuco-Brometea
Pimpinella Saxifraga	Festuco-Brometea

Espèces - Signification écologique

Unités
dont ces espèces
sont caractéristiques

Anthyllis Vulneraria
Peucedanum Oreoselinum
Carex humilis
Calamagrostis argentea
Rosa pimpinellifolia.
Carlina acaulis var. caulescens.
Thuidium abietinum.

Festuco-Brometea
Festuco-Brometea
Ononido Rosmarinetea
Thlaspeetea rotundifolii

3. — *Espèces liées à des rankers à xéromoder.*

Minuartia laricifolia
Phyteuma betonicifolium
Trifolium alpestre
Silene rupestris
Sempervivum arachnoideum
Sempervivum montanum
(Campanula barbata)
Centaurea uniflora
Veronica fruticans
Laserpitium Halleri
Antennaria dioica
Hieracium Peleterianum
Hieracium picroides.
Silene nutans.
Sedum rupestre subsp. montanum.
(Luzula nivea)
(Deschampsia flexuosa)
(Veronica officinalis)
Polytrichum piliferum
Hedwigia albicans
(Hypnum cupressiforme subsp. erice-
torum)
(Polytrichum juniperinum)
(Dicranum scoparium).

Deschampsio-Pinion
Deschampsio-Pinion
Quercetalia pubescentis
Androsetalia
Caricetalia curvulae
Caricetalia curvulae
Caricetalia curvulae
Caricetalia curvulae
Caricetalia curvulae
Caricetalia curvulae
Caricetalia curvulae
Caricetalia curvulae
Luzulo-Fagion
Quercetea robori-sessiliflorae
Quercetea robori-sessiliflorae
Cisto-Lavanduletea

Cisto-Lavanduletea

4. — *Espèces liées à des sols à xéromor.*

Vaccinium Vitis-Idaea
Racomitrium heterostichum.
(Pleurozium Schreberi).

Vaccinio-Piceetalia

5. — *Espèces indifférentes.*

Arctostaphylos Uva-ursi
Potentilla puberula
Asperula aristata
Fumana procumbens
Helianthemum canum
Euphorbia Cyparissias

Vaccinio-Piceetalia
Festucetalia vallesiacae
Festucetalia vallesiacae
Ononido-Rosmarinetea
Ononido-Rosmarinetea
Festuco-Brometea

Espèces - Signification écologique	Unités dont ces espèces sont caractéristiques
— Potentilla verna Chrysanthemum leucanthemum subsp. montanum. Hieracium bifidum. Hieracium lanatum. Teucrium Chamaedrys. Carex Halleriana. Anthericum Liliago. Laserpitium Siler. Thymus Serpyllum subsp. Trachselia- nus. Aethionema saxatile. Viola saxatilis. Dianthus Caryophyllus subsp. silves- tris. Tortula ruralis.	— Festuco-Brometea

GROUPES DES ESPÈCES MÉSO-XÉROPHILES
ET MÉSOPHILES

Espèces - Signification écologique	Unités dont ces espèces sont caractéristiques
—	—

1. — *Espèces liées à des sols à mull ou moder calcique.*

1.1. — *Espèces ne pénétrant pas au cœur de la Haute-Maurienne.*

Cephalanthera rubra	Quercetalia pubescentis
Cephalanthera Xyphophyllum	Quercetalia pubescentis
Viola mirabilis	Quercetalia pubescentis
Elymus europaeus	Fagion
Mercurialis perennis	Fagetalia
Orobis vernus	Fagetalia
Brachypodium silvaticum	Querco-Fagetea

1.2. — *Espèces s'observant au cœur de la Haute-Maurienne.*

Dryas octopetala	Elyno-Seslerietea
Sesleria coerulea subsp. calcaria	Seslerietalia
Carex ferruginea	Seslerietalia
Scabiosa lucida	Seslerietalia
Aster Bellidiastrum	Seslerietalia
Carduus defloratus	Seslerietalia

Espèces - Signification écologique

Unités
dont ces espèces
sont caractéristiques

Phyteuma orbiculare	Seslerietalia
Valeriana montana	Thlaspeetalia
Carex sempervirens	Curvuletalia
Sorbus Chamaemespilus	Erico-Pinion
Carex alba	Erico-Pinion
Erica carnea	Erico-Pinion
Coronilla vaginalis	Erico-Pinion
Vicia galloprovincialis	Erico-Pinion
Melampyrum pratense subsp. alpestre.	Erico-Pinion
Polygala Chamaebuxus	Erico-Pinion
Cotoneaster tomentosa	Quercetalia pubescentis
Calamagrostis varia.	
Carex glauca.	
Gymnadena conopea.	
Melica nutans.	
Cypripedium Calceolus.	
Ctenidium molluscum.	
(Tortella tortuosa).	

Hémisaprophytes (mor calcique).

Pirola rotundifolia	Erici-Pinion
Pirola uniflora	Vaccinio-Piceion
Pirola chlorantha	Erici-Pinion
Goodyera repens	Vaccinio-Piceetalia

2. — *Espèces liées à des sols à mull.*

2.1. — *Espèces ne pénétrant pas au cœur de la Haute-Maurienne.*

Festuca silvatica	Fagion
Epilobium montanum	Fagion
Lamium Galeobdolon	Fagetalia
Melica uniflora	Fagetalia
Asperula odorata	Fagetalia
Sanicula europaea	Fagetalia
Bromus asper (subsp. Benekeni)	Fagetalia
Dentaria pinnata	Fagetalia
Carex silvatica	Fagetalia
Viburnum Opulus	Fagetalia
Hedera Helix	Querco-Fagetea
Eurynchium striatum.	
Catharinea undulata.	

2.2. — *Espèces pénétrant au cœur de la Haute-Maurienne.*

Actaea spicata	Fagion
Lilium Martagon	Fagion
Paris quadrifolia	Fagion
Euphorbia dulcis	Fagetalia

Espèces - Signification écologique	Unités dont ces espèces sont caractéristiques
Polystichum Filix-mas Viola silvestris Mycelis muralis Neottia Nidus avis Moehringia trinervia Millium effusum Phyteuma spicatum Carex digitata Ranunculus Breynimus Lonicera alpigena. Campanula rhomboidalis. Clematis alpina.	Fagetalia Fagetalia Fagetalia Fagetalia Fagetalia Fagetalia Fagetalia Querco-Fagetea Querco-Fagetea
3. — <i>Espèces liées à des sols à mull-modér et à modér.</i>	
3.1. — <i>Espèces de mull-modér.</i>	
Poa Chaixii Prenanthes purpurea Luzula nivea Veronica latifolia Melampyrum silvaticum Aquilegia atrovioleacea Polystichum spinulosum subsp. dilata- tum Galium rotundifolium Rubus saxatilis Rosa pendulina Lonicera nigra Luzula silvatica subsp. Sieberi Pirola secunda Valeriana tripteris. Oxalis Acetosella. Dryopteris Linnaeana. Poa nemoralis. Brachythecium velutinum. Mnium cuspidatum.	Fagion Fagion Luzulo-Fagion Vaccinio-Piceion Vaccinio-Piceion Vaccinio-Piceion Vaccinio-Piceion (et Fagion) Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia
3.2. — <i>Espèces de modér.</i>	
Gentiana punctata Campanula barbata Avena versicolor Antennaria dioica Calamagrostis villosa Saxifraga cuneifolia Homogyne alpina Pirola minor Luzula flavescens (Vaccinium Myrtillus)	Caricion curvulae Caricetalia curvulae Caricion curvulae Caricetea curvulae Vaccinio-Piceion Vaccinio-Piceion Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia Vaccinio-Piceetalia

Espèces - Signification écologique

Unités
dont ces espèces
sont caractéristiques

(Vaccinium Vitis-Idaea)	Vaccinio-Piceetalia
Festuca flavescens	(Vaccinio-Piceetalia)
Deschampsia flexuosa	Quercetea robori-sessiliflorae
Veronica officinalis	Quercetea robori-sessiliflorae
Maienthemum bifolium.	
Polypodium vulgare.	
Anthoxantum odoratum.	
Brachytecium Starkei.	
Isothecium myurum.	
Plagiothecium denticulatum.	
Mnium spinosum	Vaccinio-Piceion
(Dicranum scoparium).	

4. — *Espèces liées à des sols à mor.*

Rhododendron ferrugineum	Vaccinio-Piceion
Lonicera coerulea	Vaccinio-Piceion
Vaccinium Myrtillus	Vaccinio-Piceetalia
(Vaccinium Vitis-Idaea)	Vaccinio-Piceetalia
Empetrum hermaphroditum	Vaccinio-Piceetalia
(Listera cordata)	Vaccinio-Piceion
(Vaccinium uliginosum)	Vaccinio-Piceetalia
Peltigera aphthosa	Vaccinio-Piceion
Barbilophozia lycopodioides	Vaccinio-Piceion
Pleurozium Schreberi.	
Depranocladus uncinatus.	
Barbilophozia Hatscheri.	
Barbilophozia barbata.	
Dicranum scoparium.	
Cetraria islandica.	

GROUPE DES ESPECES MESOHYGROPHILES

Espèces - Signification écologique

Unités
dont ces espèces
sont caractéristiques

1. — *Espèces de mull et de moder calciques.*

Salix retusa	Arabidion coeruleae
Salix reticulata	Arabidion coeruleae
Tofieldia calyculata	Caricion Davallianae
(Carex ferruginea)	Seslerietalia
Chrysohypnum chrysophyllum.	

Espèces - Signification écologique	Unités dont ces espèces sont caractéristiques
2. — <i>Espèces de mull.</i>	
Achillea macrophylla	Adenostylien
Sisymbrium tanacetifolium	Adenostylien
Alnus viridis	Adenostylien
Aconitum paniculatum	Adenostylien
Stellaria nemorum subsp. montana ..	Adenostylien
Streptopus amplexifolius	Adenostylien
Ranunculus aconitifolius	Adenostylien
Cicerbita alpina	Adenostylien
Myosotis silvatica subsp. alpestris ..	Adenostylien
Athyrium alpestre	Adenostylien
Veratrum album	Adenostylien
Thalictrum aquilegifolium	Adenostylien
Phyteuma Halleri	Adenostylien
Peucedanum Ostruthium	Adenostyletalia
Adenostyles Alliariae	Adenostyletalia
Rumex arifolius	Adenostyletalia
Saxifraga rotundifolia	Adenostyletalia
Chaerophyllum hirsutum	Adenostyletalia
Aconitum vulparia	Adenostyletalia
Geranium silvaticum	Betulo-Adenostyletea
Polygonatum verticillatum	Betulo-Adenostyletea
Mnium punctatum.	
Brachythecium reflexum.	
(Chrysohypnum stellatum).	
3. <i>Espèces de mor.</i>	
Listera cordata	Vaccinio-Piceion
Vaccinium uliginosum	Vaccinio-Piceetalia

I.2.3. — Spectres floristico-écologiques - Cercles d'exposition.

Dans nos tableaux de relevés, les espèces ne sont donc plus classées en caractéristiques d'association, d'alliance, d'ordre, de classe, mais figurent dans des groupes écologiques qui donnent une image de la *structure floristique et écologique* du groupement analysé.

Pour donner une image plus condensée de cette structure, nous avons dessiné des *spectres « floristico-écologiques »* analogues, *mutatis mutandis*, aux spectres biologiques de RAUNKIER, mais où nous avons tenu compte de l'abondance-dominance des espèces et non de leur seule présence; ce qui traduit mieux la réalité, comme l'on fait remarquer CARLES (J.) (1948) en ce qui concerne les spectres biologiques, et QUEZEL (P.) et RIOUX (J.-A.) (1950) à propos des spectres dits « zonaux ».

Ces spectres ne concernent sans doute que deux grands « complexes de facteurs » : l'économie de l'eau, de l'air et du sol ; la structure et le chimisme de l'humus. Nous avons pensé qu'il était inutile de les surcharger en distinguant les espèces liées à tel ou tel étage, mises d'ailleurs en évidence dans les tableaux analytiques.

Ces spectres,, enfin, ont été établis par le calcul du degré de couverture de chaque groupe, exprimé en pour cent du total (on sait que le degré de couverture se calcule ainsi : le chiffre d'abondance-dominance 5, correspond à un degré de 87, 5 %, moyenne entre 75 et 100 %, le chiffre de 4 à 62,5 %, etc.).

Enfin, pour traduire de façon synthétique le rôle joué par l'exposition dans la répartition des associations, nous avons dessiné des « *cercles d'exposition* » comme l'ont fait notamment BRAUN-BLANQUET (J.), PALMANN (H.) et BACH (R.) (1954), lors de leur étude du Parc national suisse.

Pour calculer le pourcentage de relevés observés à telle ou telle exposition, nous nous sommes référé aux tableaux mêmes d'associations qui nous ont paru offrir, dans ce domaine, un échantillonnage acceptable, étant entendu qu'il eût été plus exact, statistiquement, de s'appuyer sur un échantillonnage plus vaste, obtenu, par exemple, à partir d'un réseau appliqué sur la carte même des associations.

Il faut noter que les images de répartition des associations en fonction de l'exposition ainsi obtenues, correspondent *non aux potentialités* des groupements dans ce domaine, mais simplement à *leur répartition de fait*, en Haute-Maurienne ; il est bien certain, en effet, que dans notre dition, toutes les expositions ne sont pas *également* représentées, ce qui diminue forcément quelque peu l'intérêt d'une telle représentation qui reste cependant, dans l'ensemble, extrêmement suggestive.

On ne doit pas oublier, enfin, que l'exposition prise en soi ne donne qu'une idée partielle d'un phénomène complexe qui sera brièvement analysé : la pente joue un rôle considérable, de même le dessin et la proximité des flancs regardant une exposition donnée. Les géographes ont ainsi pu parler de « faux adrets », près du fond des talwegs, là où les rayons solaires se trouvent interceptés plus longtemps qu'à altitude plus élevée, par le flanc, tout proche, d'exposition nord.

Il apparaît, dans ces conditions, qu'un « cercle d'exposition » gagnerait à être établi en fonction, soit de la durée d'ensoleillement, soit, ce qui cernerait de plus près la réalité, en fonction de l'énergie solaire reçue. Mais l'étude de ces paramètres, on le verra, soulève de nombreuses difficultés, plus matérielles que techniques, d'ailleurs.

I.3. — METHODES D'ETUDE DES SOLS

Les grandeurs pédologiques n'étant pas strictement les mêmes en tous les points d'un individu d'association, il eût été évidemment intéressant de caractériser chaque facteur par une moyenne ou un indice de dispersion (1). Toutefois, étant donné que les unités floristiques étaient assez sensiblement différentes les unes des autres, et qu'il ne s'agissait pas de faire une étude détaillée de l'homogénéité de chaque milieu édaphique, nous n'avons fait, pour chaque association, que quelques relevés pédologiques dans les stations qui nous ont paru les plus typiques. Nous avons, en outre, examiné à l'œil divers profils, sans faire de prélèvements: cet examen, complété par l'étude de la réaction à l'acide chlorhydrique des divers horizons, nous a permis de nous assurer de l'homogénéité générale du milieu édaphique étudié.

I.3.1. — Méthodes d'analyse utilisées.

Toutes les analyses ont été faites au Laboratoire de Pédologie de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts.

a) *Analyse mécanique.* — L'analyse granulométrique adoptée a été celle dite de la méthode internationale décrite par DEMOLON (G.) (1943), modifiée par ROBINSON (G.-W.) (1949). On sait que l'on obtient d'une part les cailloux et les graviers (arrêtés par les mailles du tamis à 2 mm), d'autre part, la terre fine qui comprend :

les argiles — éléments inférieurs à 2 μ ,
les limons fins entre 2 μ et 20 μ (ou 0,02 mm),
les limons grossiers et les sables fins — entre 20 μ et 0,2 mm,
les sables grossiers entre 0,2 et 2 mm.

b) *Analyses chimiques.* — Le dosage de la matière organique totale, par calcination, n'a été utilisé que pour les humus bruts (horizon A₀) (2). Pour les sols plus riches en argile, la teneur en

(1) Les travaux de MANIL (G.) et de ses collaborateurs (1953) montrent qu'un tel résultat, toujours long à obtenir, doit suivre une première analyse; cette dernière est, en général, suffisante si elle est faite dans la station optimale: la phytosociologie guide le pédologue et réciproquement.

(2) Dans ce cas, la matière organique est très abondante; il y a très peu de matière fine, donc d'eau de constitution et de carbonates (le poids d'eau évaporée et celui de CO₂ perdu par les carbonates lors de la calcination sont donc relativement négligeables).

matière organique a été déduite du pourcentage de carbone organique par application du coefficient 1,72.

Le carbone organique a été dosé par la méthode d'ANNE (1945), l'azote total par la méthode de KJELDAHL, l'azote minéral (ammoniacal ou nitrique) par la méthode DROUINEAU (G.) (1947). Le rapport C/N en a été déduit.

Le fer libre a été dosé, pour certains sols lessivés ou podzoliques, par la méthode DEB (B.-C.) (1950) qui utilise des réactifs faibles, tartrate d'ammonium et hydrosulfite de soude, solubilisant le fer à l'état ferreux.

Les carbonates ont été dosés au calcimètre Bernard (mesure du dégagement de CO₂ par attaque à HCl au 1/2). Le carbonate de chaux correspond à une première phase de dégagement rapide de CO₂, le carbonate de magnésium à une deuxième phase de dégagement lent.

Complexe absorbant : la capacité totale d'échange a été déterminée à pH 7, par percolation lente et progressive d'une solution d'acétate d'ammonium normale.

La somme des bases échangeables a été calculée par la méthode de BRAY et WILLHITE (1929) ou par la somme au mille équivalent des trois bases fondamentales : Ca — Mg — K.

c) Mesure du pH.

Le pH a été mesuré sur le terrain par la méthode colorimétrique, avec référence à une échelle graduée. Les colorants utilisés ont été :

- le bleu de Bromothymol pour les pH de 6 à 7,6,
- le rouge de Méthyle pour les pH de 4,6 à 7,6,
- le vert de Bromocrésol pour les pH de 3,8 à 5,2,
- le bleu de Bromophénol pour les pH de 3 à 4,5.

et, au laboratoire, à l'aide d'un pHmètre.

I.3.2. — Expression des résultats - Interprétation.

Les résultats des analyses sont exprimés en pour cent de terre sèche à l'air (à 20°). L'humidité indique donc la perte en eau de la terre sèche à l'air, après étuvage de plusieurs heures à l'étuve en 105°.

Le fer libre est exprimé en fer métal pour 100 g.

Enfin, la chaux échangeable est exprimée en milliéquivalent pour 100 g de terre sèche à l'air.

Certains indices ont été mis en évidence, pour faciliter l'interprétation des résultats.

pour les sols podzoliques et certains sols lessivés, l'indice d'entraînement d'argile de l'horizon B
ment de l'argile : $\frac{\text{taux d'argile de l'horizon B}}{\text{taux d'argile de l'horizon A}}$ permet de distin-

guer les sols lessivés et les sols podzoliques ; le rapport de lessivage
taux de fer libre en B
du fer —————, permet de différencier les sols bruns
taux de fer libre en A
des sols bruns lessivés et des sols ocre podzoliques.

D'une façon générale, nous nous sommes moins attachés à l'analyse granulométrique qu'à l'analyse d'éléments qui permettent le mieux de caractériser le type de sol et le type d'humus, c'est-à-dire pour les divers horizons : la présence ou l'absence de carbonates ; l'état du complexe absorbant ; la teneur en matière organique des horizons humiques et leur pH. Presque tous les sols étudiés appartiennent, en effet, au groupe des *rankers* de KUBIENA (W.-L.) (1953) ou des *sols calcimorphes jeunes* : il s'agit donc de sols peu évolués, soumis à une érosion incessante : presque tous les horizons sont riches en cailloux ; de ce fait, l'analyse granulométrique ne permet pas d'établir d'efficaces distinctions.

1.3.3. — Description et classification des types de sols étudiés.

Cette jeunesse des sols n'empêche pas, toutefois, de décrire des types sensiblement différents : la composition de la roche-mère donne à certains d'entre eux des caractères d'autant plus nets — et d'autant plus permanents — que l'érosion intervient, continuellement, pour maintenir ces caractères ; la nature des végétaux, le microclimat local jouent un rôle très important également et contribuent, par le biais des phénomènes de décarbonatation, de lessivage, ou de podzolisation, à former une gamme de sols relativement variée.

Les sols rencontrés dans les forêts de notre dition peuvent être divisés ainsi.

- 1) *les sols calcimorphes*, c'est-à-dire les sols reposant sur des roches-mères calcaires ou gypseuses, de profil AC, à complexe absorbant saturé ; il s'agit, par conséquent, de rendzines.

Parmi ces rendzines, il faut distinguer :

- a) *les rendzines jeunes*, très érodées, où l'horizon A est de faible épaisseur, donc pauvres en matière organique.
- b) *les rendzines brunifiées*, décarbonatées dans l'horizon supérieur et passant aux *sols bruns calcaires* ; ce sont des sols également pauvres en matière organique.
- c) *les sols humiques carbonatés*, carbonatés dans les horizons supérieurs, à horizon humifère épais, riches, par conséquent, en matière organique et pauvres en argile (moins de 20 %).

d) *les sols humiques carbonatés à humus brut* qui présentent une couche de mor reposant, soit directement sur la roche-mère calcaire, soit sur un horizon décarbonaté.

2) *les sols bruns à mull forestier*, comportant peu d'humus (cryptomull), ce dernier étant plus ou moins acide, décarbonatés — au moins dans les horizons supérieurs — et à complexe saturant plus ou moins désaturé. Il s'agit, très généralement, de sols bruns jeunes, développés sur colluvium.

3) *les sols à moder et à mor*.

Certains types de sols présentent un humus marginal, à la limite du mull et du moder. Ils forment le passage entre les sols à mull et les sols à moder. Ces derniers sont, le plus souvent des *rankers à moder*, ou des *rankers ocres podzoliques*, présentant, eux, les deux horizons A₂ et B; ils sont toujours riches en cailloux, même dans l'horizon A₂, ce qui est un signe incontestable de jeunesse.

On notera que nous n'avons pas observé de sols hydromorphes non drainés, les plus humides étant ceux de l'Alnetum viridis que l'on peut qualifier de sols colluviaux à hydromull.

Le tableau ci-après résume la classification des sols observés, leurs principaux caractères ainsi que leurs affinités :

Groupes	Types dans le groupe	Types d'humus
<i>Sols calcimorphes</i>	Rendzine jeune sèche	Moder calcique
	Sol humique carbonaté	Moder ou mull calcique
	Sol humique carbonaté à humus brut	Mor décalcifié.
	Rendzine brunifiée	Mull forestier
<i>Sols bruns à mull</i>	Sol brun jeune	Mull forestier, parfois mull-moder
	Sol brun calcaire	Mull forestier
<i>Sols à moder ou mor</i>	Ranker à moder	Moder
	Ranker à mor	Mor
	Ranker ocre podzolique	Moder
	Sol podzolique jeune	Mor
	Podzol	Mor

Les sols humiques carbonatés à humus brut et les sols à mor (rankers, sols podzoliques ou podzols) sont « analogues », quant à leur horizon supérieur ; les sols bruns calcaires et les rendzines le sont, à l'inverse si l'on peut dire, quant à leurs horizons inférieurs. On conçoit mieux, dès lors, combien la phytosociologie a besoin de la pédologie... et réciproquement d'ailleurs.

I.4. — METHODES D'ETUDE MESOCLIMATIQUE ET MICROCLIMATIQUE

I.4.1. — Méthodes suivies.

Il n'est pas inutile, au préalable, d'apporter quelques précisions sur le vocabulaire utilisé, encore que, dans le domaine de l'étude des climats, la terminologie reste assez vague.

Lorsqu'on envisage le climat d'une région de plusieurs centaines de kilomètres carrés, on parlera de climat tout court ou, mieux, de macroclimat. Ce macroclimat est donc analysé à partir de postes séparés de plusieurs dizaines de kilomètres: on pourra ainsi définir un macroclimat parisien, un macroclimat breton, etc.

Par contre, il s'agira de mésoclimat ou de climat local, si l'unité naturelle étudiée, s'étend seulement sur un nombre de kilomètres carrés, ne dépassant pas le millier, par exemple. DOIGNON a ainsi analysé le mésoclimat de la forêt de Fontainebleau [dans IABLOKOFF (A.-Kh.) (1953)], qui s'étend sur 170 km² environ.

Lorsqu'on descend dans l'échelle des dimensions, on peut alors légitimement parler de microclimat: ce dernier pouvant correspondre à des volumes très petits, de l'ordre du cm³ ou moins encore, ou à des volumes ou des surfaces sensiblement plus vastes.

Les coupures entre ces différents termes n'ont jamais été définies avec précision et l'on conçoit qu'ils couvrent plusieurs acceptions, puisque l'on embrasse tout le réel climatique avec trois termes seulement.

Dans l'ensemble, comme on le verra au cours de ce travail, et compte tenu des observations ci-dessus, les mesures que nous avons effectuées sont d'ordre microclimatique, alors que les données dont nous nous sommes servi et qui provenaient de postes météorologiques sont d'ordre mésoclimatique.

En matière de microclimatologie, la difficulté tient parfois, comme l'a souligné GUINOCHET (M.) (1938), à des obstacles matériels. L'idéal eût été de posséder un nombre d'appareils enregistreurs au moins égal au nombre d'associations étudiées et de faire porter les observations *simultanément* sur tous ces groupements, au cours de l'année ou, à défaut, au cours d'une saison de végétation. Les résultats obtenus — quoique relatifs — eussent eu une valeur certaine.

Ne disposant que de deux groupes d'appareils (hygromètre à cheveu, thermomètre enregistreur, thermomètre de sol également enregistreur), nous avons dû nous limiter à des comparaisons portant simultanément sur deux individus d'associations, choisis évidemment parmi les plus typiques.

Pour augmenter l'ampleur des investigations dans l'espace, nous avons limité à trois semaines environ la durée des observations couplées. D'autre part, au lieu de changer chaque fois les appareils dans les deux « individus » étudiés simultanément, nous avons laissé un groupe d'appareils durant toute la saison de végétation dans un même individu : en l'occurrence, il s'est agi d'un individu d'une Pineraie xérophile à *Ononis rotundifolia*, *Astragalus monspessulanus* et *Carex humilis* (*Ononido-Pinetum* de BRAUN-BLANQUET), l'autre groupe étant transporté toutes les trois semaines dans une association différente. Cette façon de procéder nous a permis, pour l'association en cause, de faire une étude microclimatique assez étendue dans le temps.

I.4.2. — Dispositifs techniques et expression des résultats.

Les appareils mesurant la température de l'air (thermomètres enregistreurs), l'état hygrométrique (hygromètres à cheveux) ont été placés, à des hauteurs convenables, — en général 1,50 m — dans de petites caisses en bois, ouvertes à leurs deux extrémités, ce qui permettait à l'air de circuler librement, tout en évitant aux appareils d'être atteints directement par les rayons du soleil, car ces deux extrémités étaient protégées par des branchages.

Les appareils de mesure de la température du sol (thermomètres enregistreurs) ont été posés à même le sol et le thermomètre enfoncé à diverses profondeurs, donc toujours à l'abri des radiations solaires directes.

Les résultats concernant les températures et les états hygrométriques n'appellent aucun commentaire spécial (1). Mais nous avons cherché, à partir de ces grandeurs, à définir — *de façon relative s'entend* — le pouvoir évaporant de l'atmosphère. Nous avons pensé que ce pouvoir évaporant pouvait être traduit par la formule de

(F_t — f_t)

DALTON Q = K.S. ——— qui concerne la vitesse d'évaporation
H

tion d'une masse de liquide au repos; S étant la surface libre du liquide. K un coefficient lié à la vitesse de l'air, F_t la tension maxima de vapeur d'eau à la température t, f sa tension réelle à la même température, H la pression atmosphérique.

(1) Si ce n'est que les hygromètres à cheveu sont des appareils peu fidèles que nous avons étalonnés le plus souvent possible.

Nous avons éliminé les coefficients K et S étant donné qu'il s'agissait de mesures *relatives* et que l'influence du vent, *en forêt*, sur les deux versants de la vallée est certainement comparable, quelle que soit l'altitude (il n'en serait pas de même au fond du talweg où se localise la brise de vallée et dans l'étage alpin, où ne joue plus la protection des arbres). En choisissant une association-référence, nous avons pu établir, pour cette association, une courbe du *déficit de saturation* (égal, par définition à $F_t - f_t$ soit $f = F_t (1 - e)$, e étant le degré hygrométrique), qui traduisait le pouvoir évaporant de l'air, à 1,50 m par exemple, si les appareils étaient placés à cette hauteur, pour cette association.

Lorsque la comparaison a porté sur des associations à la même altitude, le facteur H a été, de ce fait, éliminé: lorsque cette comparaison a porté sur des associations situées à des altitudes différentes, nous avons, pour chacune d'elles, multiplié le déficit de satu-

Hr

ration le concernant, par le coefficient $\frac{H_r}{H}$, H_r étant la pression

H

atmosphérique régnant au niveau de l'association-référence, H celle régnant au niveau de l'association étudiée. Nous avons admis que les variations, dans le temps, de la pression atmosphérique qui sont absolument négligeables lorsqu'elles sont régulières, étaient les mêmes quelle que soit l'altitude, nos comparaisons ayant toujours porté sur des associations voisines dans l'espace.

Sans doute le pouvoir évaporant relatif ainsi défini n'intègre-t-il pas tous les facteurs régissant l'économie de l'eau, de l'air et du sol, mais il nous a paru devoir être retenu pour donner *une image* des conditions locales auxquelles sont adaptées les espèces qualifiées de xérophiles, mésophiles, méso-hygrophiles, surtout si on le rapproche du régime, également local, des températures de l'air et du sol.

1.5. — METHODES D'ETUDE AUXOMETRIQUE

Bien que l'étude des forêts faisant l'objet du présent mémoire soit essentiellement phytosociologique et écologique, il nous a paru intéressant, en utilisant les résultats obtenus lors de l'élaboration des Aménagements, de donner un aperçu de leur structure et de leur production. Il s'agit là, par conséquent, non d'une analyse absolument exhaustive, qui eût exigé la mise en œuvre de moyens utilisés par les Stations de Recherches forestières, mais d'une première approximation assise sur des données assez solides, pour ne pas être infirmée par les recherches plus poussées qui mériteront d'être faites ultérieurement.

On sait que la comparaison des productions de diverses associations forestières doit être conduite avec une certaine circonspection, car ces productions dépendent, en effet, de divers paramètres, rappelés récemment par VINEY (R.) (1955), et dont il importe de dire quelques mots.

Pour une futaie jardinée idéale, et dans des conditions stationnelles données, la production est constante, aux fluctuations près dues aux coupes (pour une parcelle) et à celles dues à la variation des facteurs météorologiques. Pour une futaie équiennne, toujours dans des conditions stationnelles données, la production varie sensiblement avec l'âge, et les tables de production montrent que cette production, disons instantanée, passe par un maximum aux environs de 80 ans (1), tandis que la production moyenne depuis l'origine voit son maximum décalé par rapport à celui de la production instantanée.

Si donc l'on veut comparer la production de deux forêts, il faut évidemment s'adresser soit à des peuplements d'âge connu, soit à des peuplements où s'observent, de façon équilibrée, tous les âges.

Si l'on observe que, dans les montagnes françaises — et la Haute-Maurienne ne fait pas exception à la règle — la futaie jardinée idéale, de structure exponentielle permanente, se rencontre bien rarement — et ce, pour de multiples raisons dont la principale tient à l'action humaine — on conçoit que *la production instantanée soit liée non seulement aux conditions stationnelles, mais aussi aux structures*; c'est la raison pour laquelle nous avons toujours accolé

(1) Un tel chiffre n'est donné ici que pour fixer les idées. Il varie, évidemment avec l'essence et les conditions stationnelles.

la production de chaque type de forêt à sa structure, cette dernière étant traduite par une courbe de fréquence des diamètres, à l'hectare de surface boisée (2). On pourra penser que, dans ces conditions, les chiffres de production obtenus ont une signification assez restreinte; il en serait ainsi, évidemment, s'il s'agissait de peuplements appartenant à une classe d'âge bien délimitée: la production trouvée ne correspondrait qu'à l'une des données d'une table de production inconnue, elle, et qui intéresserait tous les âges.

En fait, sans être idéalement jardinés, les peuplements en cause sauf exceptions dont il sera question ci-après, ont une structure relativement stable, car nos calculs n'ont pas porté sur une parcelle, mais sur plusieurs dont l'équilibre structural est comparable à celui d'une série forestière normale.

Quant aux méthodes suivies, elles diffèrent quelque peu suivant que nous avons eu affaire à des associations couvrant des parcelles entières ou à des associations ne couvrant que des portions de parcelles.

Dans le premier cas, nous avons un inventaire complet des arbres. Nous aurions pu calculer la production par comparaison d'inventaires. Malheureusement, une telle méthode implique que l'on soit sûr des deux inventaires, ce qui n'est pas le cas en Maurienne, où les événements de guerre ont singulièrement perturbé la comptabilité des produits exploités. Nous avons donc adopté la méthode des sondages à la tarière, effectués par groupes d'arbres sur des surfaces non exactement mesurées et selon un quadrillage non strictement systématique (3). A partir des carottes de sondage, nous avons calculé la moyenne des accroissements de vingt ans (la rotation des coupes étant de vingt ans), par catégorie de diamètre; lorsque ces moyennes des dD se sont avérées être en régression linéaire par rapport aux diamètres, nous avons établi des droites de régression; nous sommes passés aux dV en utilisant une formule simple, sans doute un peu schématique, mais employée fréquemment, notamment par MEYER (H.-A.) (1942, 1952) aux Etats-Unis et par LOETSCH (F.) (1953) en Allemagne.

Dans le cas où les associations se présentaient sous forme fragmentaire, et n'occupaient pas, par conséquent, de parcelles entières

(2) Pour tenir compte dans toute la mesure du possible des vides (rochers, etc...) nous avons rapporté le chiffre de production à la seule surface boisée, appelée par les forestiers: surface régulatrice.

(3) L'idéal eût été de sonder les arbres de placeaux circulaires de surface donnée (5 ares par exemple), selon un quadrillage géométrique. On eût pu, soit par mesure directe, ce qui est la meilleure solution biométrique, soit par référence à un tarif et application d'une formule donnant dV en fonction de dD , calculer, par placeau la somme des dV de chaque arbre et avoir ainsi un dV correspondant à chaque cercle échantillonné, d'où un calcul de variance et d'erreur probable. Notre méthode est, comme nous l'avons dit, moins rigoureuse car nous avons été dans l'obligation d'utiliser des données obtenues, par des procédés moins stricts, lors de l'élaboration des aménagements.

(pineraie xérophile sur sol calcimorphe; pineraie acidiphile sur ranker à moder), nous avons délimité sur le terrain des échantillons de surface définie où nous avons sondé tous les arbres. Il est bien entendu que les échantillons ainsi délimités ne représentent qu'un aspect de l'association en cause, mais c'était, et de loin, le plus fréquent. On conçoit dès lors que, dans ce cas particulier, les productions trouvées aient une valeur plus restreinte, d'autant qu'elles se trouvent liées à une structure régulière, les peuplements correspondants étant, assez curieusement d'ailleurs, très équiennes, ce que nous ont confirmé des sondages exécutés à la base des arbres, jusqu'à leur moelle.

DEUXIÈME PARTIE

**Caractères généraux
de la Haute-Maurienne**

Ce qui importe, c'est moins de faire une analyse très fine des caractéristiques du climat et des roches-mères, et des modalités de l'action humaine, que de dégager les traits écologiques d'ensemble qui donnent son originalité à cette partie de la vallée, et qui permettent de prendre une vue générale de l'ambiance climatique et humaine, dans laquelle se sont développées, et se développent, les associations forestières étudiées.

II.1. — LE CLIMAT

II.1.1. — Les précipitations.

II.1.1.1. — *Les moyennes annuelles.*

Une carte des isohyètes annuelle des Alpes (1) montre que *la Maurienne, dans les Alpes du Nord, est vraiment le domaine des précipitations déficientes*, et constitue bien ce que ONDE (H.) (1938) a appelé « un îlot de sécheresse ». Cette pénurie pluviométrique qui tient « à la présence de barrages successifs tendus sur le trajet des vents humides venus de l'Atlantique », dessine des zones concentriques en forme d'ellipses aplaties.

Les observations de 1889-1910 [SANSON (J.) (1945)], donnent pour Valmeinier, à plus de 1 500 m d'altitude: 812 mm —; pour Modane (1 060 m): 639 mm —; pour Lanslebourg (1 410 m): 709 mm —; pour Bessans (1 710 m): 714 mm —; pour Bonneval-sur-Arc, enfin (1 790 m): 821 mm.

Les observations de 1934-1950, traduites par BALSEINTE (R.) (1955), dans un profil que nous reproduisons ci-après, donnent des chiffres plus élevés: Saint-Jean-de-Maurienne (550 m): 680 mm; Valmeinier: 854 mm; Le Thyl (1 360 m): 952 mm; Saint-Martin-la-Porte (820 m): 763 mm; La Praz (990 m): 730 mm; Aussois (1 490 m): 710 mm; Termignon (1 290 m): 720 mm; Bessans (1 710 m): 820 mm; Bonneval (1 790 m): 947 mm (2).

(1) Celles dressées par BLANCHARD (R.) ,1956) ou GAUSSEN (H.) (1951), par exemple.

(2) Les chiffres que nous ont fournis les services de l'E.D.F. pour la période 1949-1958 sont les suivants: Le Thyl: 946 mm; Orelle-Prémont (830 m): 719 mm; Avrieux (1 100 m): 517 mm; Termignon: 646 mm; Bessans: 850 mm. Le chiffre d'Avrieux nous a été fourni par l'O.N.E.R.A., à Avrieux.

Certaines de ces données sont supérieures à celles de BALSEINTES (période 1934-1950), d'autres inférieures.

Comme on le voit, c'est entre Saint-Jean-de-Maurienne et Termignon que se situe, au fond du talweg, la zone la plus sèche. Ce « creux pluviométrique » est d'ailleurs caractérisé par la raréfaction du nombre de jours de pluie: 96 à Saint-Jean-de-Maurienne, 81 à la Praz, 83 à Modane (3). On peut même préciser, si l'on se réfère aux données citées en note, que c'est entre Modane, à la sortie des gorges houillères et Termignon, *vers Avrieux sans doute*, que doit être fixé le pôle de sécheresse mauriennais (fig. 2).

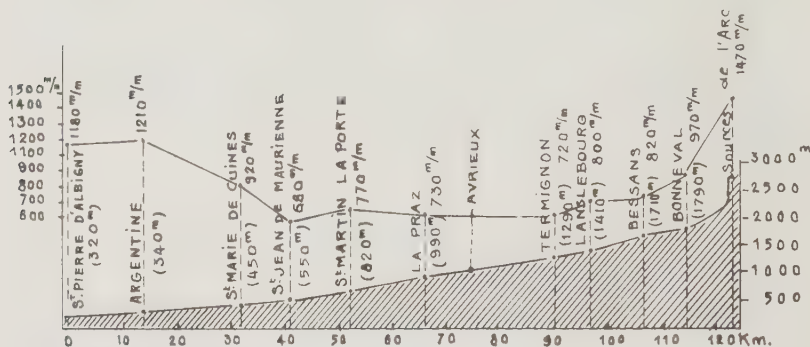


FIG. 2.

Les moyennes de précipitations.

Légende. — Le profil des moyennes annuelles des précipitations, dressé par BALSEINTE pour la période 1934-1950, fait apparaître un creux pluviométrique entre la Praz et Termignon — le chiffre de Saint-Jean-de-Maurienne étant suspect.

Si l'on se réfère aux chiffres de la décennie 1949-1958, il semble bien que le creux puisse être plus précisément localisé autour d'Avrieux.

Le relèvement qui s'observe après Termignon, et que mettent en évidence, aussi bien la carte détaillée des isohyètes établie par ONDE (H.) (1938), que le profil déjà signalé dressé par BALSEINTE, est dû essentiellement à l'action de la lombarde italienne qui s'est chargée d'humidité sur l'Adriatique.

Les variations avec l'altitude appellent quelques commentaires: ONDE (H.) (1938) avait abouti à deux conclusions intéressantes: d'une part, la très faible valeur, en général, du gradient pluviométrique qui, de 1,15 mm entre Bessans et Bonneval, dans une zone exceptionnelle très arrosée par les averses padanes, passe à 0,54 mm à la hauteur de Lanslebourg et tombe jusqu'à 0,06 mm dans la vallée des Arves, au sud de Saint-Jean-de-Maurienne; d'autre part, son augmentation plus rapide au delà de 2 000 m, « à partir d'un niveau où la circulation atmosphérique est déjà beaucoup moins entravée » [ONDE (H.) (1938)].

(3) Cités par BLANCHARD (R.) (1945).

En se référant aux résultats donnés par des totalisateurs placés à haute altitude, et en les recoupant avec ceux obtenus par la méthode dite hydrométrique, ONDE trouvait, pour le Haut-Arc, les chiffres suivants: 0,25 mm de 1 000 à 2 000 m —; 1 mm de 2 000 à 3 500 m —. Comme il le notait, les observations de 1934-1937 (3 ans) dans le bassin du Saint-Benoît aboutissaient à des résultats concordants: Aussois (1 490 m) dans l'étage du Pin sylvestre a reçu: 814 mm; Plan d'Amont (2 100 m), dans l'étage du Pin Cembro: 928 mm — (gradient: 0,18 mm).

On peut se demander, toutefois, si les précipitations en altitude ne sont pas quelque peu sous-estimées: en comparant, mois par mois, les précipitations de deux postes situés sur la même verticale, Orelle (830 m) et Bissorte (2 120 m), et celles des postes du Car-

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt	A.	S.	O.	N.	D.	Total
1) Bissorte (2 120 m)	63	67	28	48	88	105	61	100	108	70	68	59	865
Orelle-Prémont (830m)	70	81	31	47	53	67	44	71	54	53	77	64	712
2) Carrelet (2 020 m)	84	103	29	48	55	90	49	56	70	68	48	92	822
Aussois (1 500 m)	90	111	27	44	43	78	38	57	58	62	50	92	750

1) Moyennes 1948-1958 incl.

2) Moyennes 1952-1958 incl.

relet (2 020 m) et d'Aussois (1 500 m), on constate que de novembre à mars les précipitations sont plus fortes à basse altitude qu'à haute altitude. Il semble donc que les quantités de neige pour les postes à altitude élevée pèchent par défaut. Consulté sur ce problème, M. BALSEINTE nous a fait connaître que, si l'on se réfère aux bassins versants de l'Isère en amont du Pont du Laisinant (45 km²) — altitude moyenne 2 700 m — et de l'Averole, affluent de l'Arc (46 km²) — altitude moyenne 2 900 m —, on constate que la lame d'eau annuelle moyenne écoulée par l'Isère pour la période 1951-1956 a été de 1 274 mm et par l'Averole (période 1948-1956) de 1 372 mm. En adoptant des coefficients d'écoulement égaux à l'unité, on aurait donc à 2 700 m (pour la Haute Tarentaise): 1 275 mm et à 2 900 m (pour la Haute-Maurienne): 1 370 mm —; par extrapolation linéaire — et il est bien difficile d'adopter une autre hypothèse — on aurait 950 mm de précipitations pour le Carrelet et 1 000 mm pour Bissorte — chiffres supérieurs à ceux précédemment fournis, et qui permettent, par un calcul proportionnel portant sur les seules précipitations hivernales, d'avoir des résultats apparemment plus cohérents.

Quelles que soient d'ailleurs les réserves que l'on puisse faire sur les données concernant les précipitations à haute altitude, un fait

est acquis: *c'est que ces précipitations, vers 2 000-2 200 m — restent faibles, puisqu'elles ne dépassent pas 1 000 à 1 100 mm. Au cœur de la zone intra-alpine mauriennaise, les étages silvatiques connaissent donc une pénurie certaine des précipitations.*

II.1.1.2. — *Les régimes moyens.*

BÉNÉVENT (E.) (1926), dans son étude sur le climat des Alpes françaises, avait divisé ces dernières en quatre grands secteurs d'après le régime de leurs précipitations: le secteur à régime méditerranéen, celui à régime de marge méditerranéenne, celui à régime continental, celui, enfin, à régime à tendance continentale, auquel appartenait la Maurienne. L'« indicatif » saisonnier de ce secteur était le suivant: Automne - Été - Printemps - Hiver.

Les récents travaux de BLANCHARD (R.) (1956) montrent que, dans les Alpes du Nord, le régime à tendance continentale est « si profondément perturbé, qu'en fait, il n'existe plus », et qu'« il s'est donc produit, au cours des quarante dernières années, une véritable offensive des précipitations hivernales », attribuées à l'adoucissement des températures de cette saison (5).

Si l'on se réfère, en effet, aux tableaux ou aux cartes dressés par BALSEINTE (R.) (1955), ou par BLANCHARD (R.) (1956), on s'aperçoit que l'hiver, en Maurienne, se place, actuellement, soit en première, soit en seconde position, ceci pour les années « normales »; il rétrograde souvent, par contre, à la 3^e place, sinon à la dernière, pour les années de faible pluviosité. L'indicatif n'est donc plus celui d'un régime à tendance continentale: A.E.P.H., mais soit A.H.E.P., typiquement océanique, soit, le plus souvent: H.A.E.P., régime que BALSEINTE (R.) (1955) propose d'appeler « alpin », « à maximum d'hiver, expliqué par le relief élevé de la masse montagneuse, analogue au régime maritime ». C'est, en tout cas, le régime moyen des stations de la Haute-Maurienne, pour la période décennale allant de 1949 à 1958.

Il faut noter toutefois que l'utilisation d'« indicatifs » ne doit pas faire oublier qu'ils n'ont pas, en soi, une très grande valeur s'ils ne sont pas accompagnés de « coefficients de pluviosité », mensuels ou saisonniers, qui, seuls, *traduisent la dominance quantitative relative*, de telle ou telle saison ou de tel ou tel mois; on se rend compte ainsi, que pour ces dernières années, diverses stations de Haute-Maurienne présentent un « creux » très net en mars, déjà rencontré d'ailleurs par BALSEINTE pour la période 1939-1950 et

(5) Ce problème a fait l'objet de plusieurs études, dont BALSEINTE (R.) a rendu compte dans la Revue de Géographie Alpine (1955). Il semble bien que l'augmentation des précipitations hivernales soit due à une amélioration des mesures nivométriques (augmentation fictive, par conséquent) et, en partie, à un changement climatique.

d'un autre en juillet, lequel coïncide avec un maximum de température (6) (fig. 3).

Il faut noter surtout que ce climat océanique est tout à fait particulier, parce qu'il est *sec* et que *les hivers y sont froids*. EMBERGER (L.) (1942), dans son « Projet d'une classification biogéographique

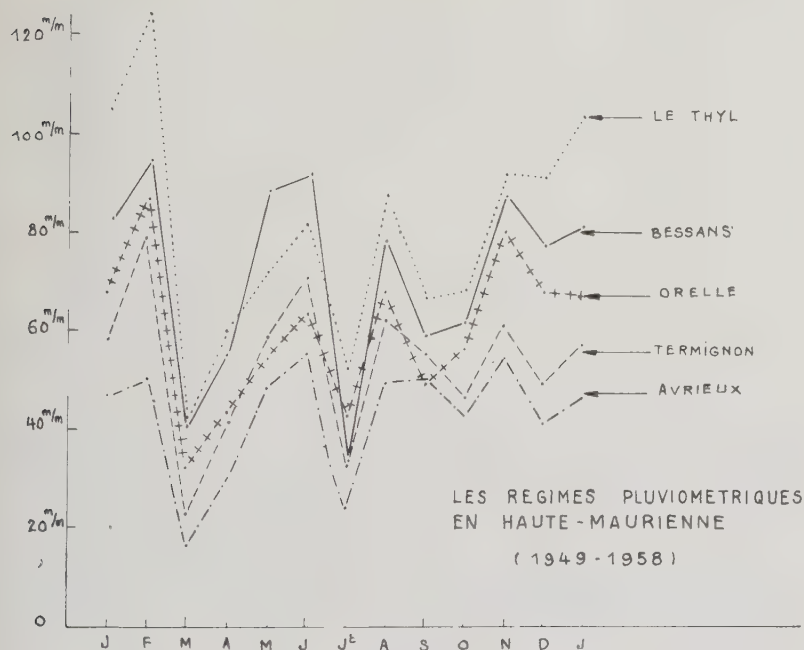


FIG. 3.

*Les régimes moyens des précipitations.
(1949-1958)*

Lieux	Altit.	J	F	M	A	M	J	J ^e	A	S	O	N	D	Tot.
Le Thyl	1380m	105	<u>125</u>	<u>41</u>	60	72	82	53	88	67	70	93	90	946
Orelle Prémont	830m	68	<u>87</u>	<u>32</u>	44	55	64	43	69	50	57	81	69	719
Avrieux	1100m	47	50	<u>17</u>	30	49	<u>26</u>	25	50	51	43	55	42	517
Termignon	1290m	58	<u>79</u>	<u>23</u>	43	59	71	35	63	56	47	62	50	646
Bessans	1740m	82	<u>95</u>	37	55	89	92	<u>33</u>	79	59	62	89	78	850

(6) Voir, ci-après, le « diagramme ombrothermique » d'Avrieux. A noter que la brièveté de la période d'observations accentue les crochets du profil.

des climats » (7), s'est d'ailleurs posé la question de savoir si des climats météorologiquement océaniques — mais très froids en hiver — ne devraient pas être rattachés du point de vue bioclimato-

COEFFICIENTS
SAISONNIERS

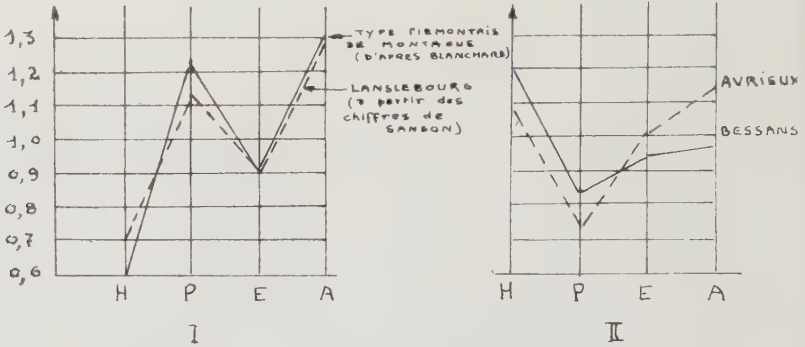


FIG. 4.

Les indices saisonniers.

Légende. — Des chiffres fournis par SANSON pour Lanslebourg (période 1891-1930), il apparaissait que le climat de cette localité s'apparentait de très près au climat piémontais montagnard, défini par BLANCHARD (R.) (1956), type A.P.E.H., qui n'est pas sans présenter des affinités méditerranéennes (I).

Au cours de la décennie 1949-1958, et en l'absence de mesures concernant Lanslebourg, on constate que le régime moyen des précipitations en Haute-Maurienne ne correspond plus à ce que BENEVENT avait appelé régime à tendance continentale (indicatif: A.E.P.H.) et que les influences piémontaises et briançonnaises mises en relief par ONDE se sont singulièrement atténuées (II).

Le régime est devenu ce que BALSEINTE a appelé « alpin » — nous préférons le terme d'« alpien » — c'est-à-dire « analogue au régime océanique (A.H.E.P.) mais à maximum d'hiver, expliqué par le relief élevé de la masse montagneuse (H.A.E.P.) ».

Localités	Printemps (P)	Été (E)	Automne (A)	Hiver (H)
Le Thyl	0,72	0,93	0,98	1,38
Orelle	0,73	0,97	1,05	1,21
Avrieux	0,74	1,01	1,16	1,09
Termignon	0,77	1,04	1,16	1,09
Bessans	0,85	0,95	0,99	1,22

(7) Où il cite, d'ailleurs, Saint-Jean-de-Maurienne et Modane à propos des pluviosités de type océanique.

logique aux climats continentaux, puisque, dans les deux cas, la saison de végétation est l'été.

Pour répondre à une telle question, il est indispensable de ne pas isoler le régime des précipitations qui ne constitue qu'un aspect du climat, d'autres caractéristiques et de l'accoler, en particulier, à celui des températures. C'est ce qui sera fait ci-après.

Qu'en est-il, depuis l'« offensive des précipitations hivernales » et de l'« océanisation » du régime des précipitations, des influences briançonnaises et piémontaises que ONDE (H.) (1938) avait mises en relief en Haute-Maurienne, au point de distinguer, dans la zone à tendance continentale de BÉNÉVENT, un « sous-secteur maurienais » et qui apparaissent si nettement dans le régime des précipitations de Lanslebourg déduit des chiffres donnés par SANSON (J.) (1945) (fig. 4)?

Il n'est pas très facile de répondre à une telle question, d'autant que le poste de Lanslebourg a cessé de fonctionner, et que celui du Mont-Cenis, marginal en tout état de cause, n'est suivi sérieusement que depuis 1957.

On peut peut-être retenir des courbes des années 1948 à 1959 que les intumescences de mai, juin et de novembre, le creux de juillet — particulièrement nets pour BESSANS (fig. 3) traduisent cette influence. Mais elle ne paraît plus être celle que ONDE avait analysée, car la tendance à l'égalisation due à l'« invasion hivernale » s'est étendue, comme l'a souligné BLANCHARD (R.) (1956) sur une partie du Briançonnais.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler, enfin, que le climat intra-alpin se « continentalise », lorsque l'on passe de la Maurienne en Valais, puis en Engadine, puis plus à l'Est encore, dans la région de Loeben en Autriche (fig. 5); de toutes les vallées sèches des Alpes, la Maurienne apparaît ainsi comme la plus « atlantique », ce qui n'a d'ailleurs rien d'étonnant.

II.1.1.3. — *La variabilité des précipitations.*

Contrairement à ce qu'on aurait pu attendre (8), la Maurienne ne paraît pas présenter une plus grande irrégularité annuelle des précipitations que les Préalpes humides (9), alors que dans les

(8) PÉGUY (Ch.-P.) (1961, p. 198): « On constate, d'une façon générale, que l'irrégularité des pluies tend à être plus forte dans les pays teintés d'aridité, comme si la variabilité des totaux pluviométriques annuels accompagnait presque inévitablement leur médiocrité. »

(9) Si l'on se réfère aux travaux de BLANCHARD (R.) (1956, p. 159). Il faut noter toutefois que BLANCHARD n'a pas adopté rigoureusement la même période de référence pour les diverses stations étudiées, ce qui, dans le cas particulier, peut fausser sensiblement certains résultats (le coefficient absolu d'irrégularité est en effet le rapport entre les précipitations de l'année de pluviosité maximum et celles de l'année de pluviosité minimum).

Alpes du Sud, par contre, les coefficients d'irrégularité sont très élevés (entre 3 et 4 contre 2 en Maurienne).

Quant à l'irrégularité saisonnière, on notera avec intérêt que le printemps est particulièrement capricieux (coefficient de 8,1 à Aussois pour la décennie 1941-1950), beaucoup plus que l'été (coefficient 2,6); d'une année sur l'autre, par conséquent, la germination des graines et le développement des plantules vont se trouver soumises à des chances très inégales.

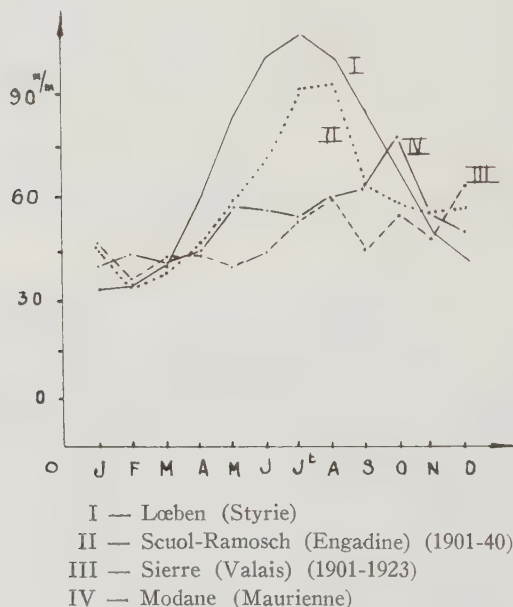


FIG. 5.

Les régimes des précipitations dans diverses régions des Alpes.

Légende. — Quels que soient les chiffres des dernières décennies — et dont on a dit qu'ils différaient de ceux correspondant au début du siècle — le climat de la Haute-Maurienne apparaît comme plus océanique que celui du Valais (intumescence en juillet-août) et, a fortiori, que ceux de l'Engadine et de la Styrie qui sont nettement continentaux.

[Chiffres de Lœben d'après BRAUN-BLANQUET (J.) (1961) — de Scuol-Ramosch d'après UTINGER (H.) (1949) — de Sierre d'après BOUET (M.) (1950) — de Modane d'après BÉNEVENT (E.) (1926).

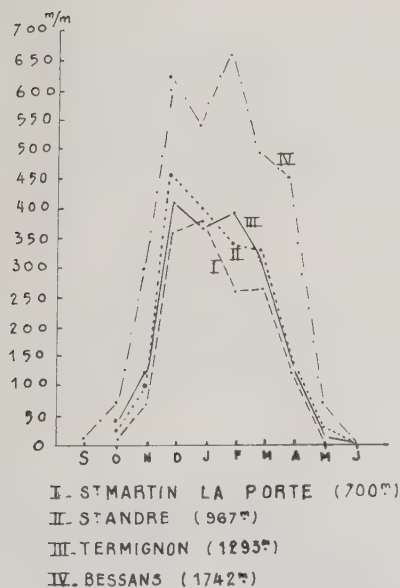
II.1.1.4. — La neige.

Les quatre courbes de la figure 6, établies à partir de chiffres trouvés dans la thèse de ONDE (H.) (1938, 414), permettent de se faire une idée de l'importance de la neige qui tombe en Haute-

Maurienne, lorsqu'on remonte la vallée, depuis Saint-Martin-la-Porte jusqu'à Bessans.

Quant aux coefficients de niviosité (rapport des chutes nivales exprimées en eau de fusion, aux précipitations totales), ils augmentent à mesure qu'on s'élève le long du talweg, pour atteindre 36,1 % à Bessans.

Hauteurs de neige.



Durées d'enneigement.

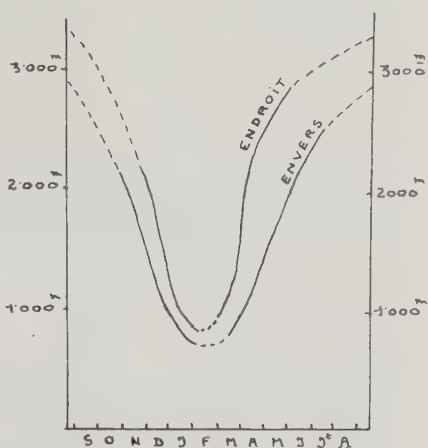


FIG. 6.

L'enneigement.

Légende. — S'il est difficile de mettre en évidence une influence écologique nette du régime proprement dit des précipitations neigeuses, il est, par contre, aisé de voir combien la durée de l'enneigement, selon l'exposition, peut avoir de conséquences, non seulement en hiver (à exposition sud, les risques de gelées hivernales sont plus grands) mais au printemps où le démarrage de la végétation dépend étroitement de l'exposition et de la durée d'enneigement. Dans un couloir à avalanches, où le culot de neige fond tardivement, nous avons vu des amélanchiers fleurir avec un retard de deux mois, par rapport à leurs congénères placés en conditions normales.

La durée d'enneigement est une notion intéressante à retenir, car elle intègre plusieurs facteurs interdépendants : importance des précipitations solides, températures, exposition, pente, durée d'insolation (10).

(10) En particulier, une carte à grande échelle donnant la « chronologie de déneigement » des diverses associations d'une zone donnée, serait des plus instructives. J.-L. RICHARD (1961) en a donné un bon exemple, au Creux du Van, dans le Jura Suisse.

Dans les Alpes, elle présente, comme l'a souligné PEGUY (Ch.-P.) (1961), une très grande variabilité annuelle; nous avons cependant essayé de dégager des moyennes (11), traduites par deux courbes l'une concernant l'envers et l'autre l'endroit.

Ces courbes montrent la nette différence existant entre les durées d'enneigement des deux versants d'exposition opposée, le déneigement rapide, du bas en haut des versants, de l'Endroit, celui, plus progressif de l'Envers.

On ne saurait passer sous silence, enfin, le rôle des avalanches dans la structure du paysage forestier. Les photos des pages 279-280 montrent que les couloirs d'avalanches intéressent aussi bien, et plus encore peut-être, les versants sud que les versants nord; au delà de Bessans, vers Bonneval, un régime permanent et étendu de coulées de neige empêche pratiquement l'installation de la forêt sur les pentes non occupées par l'homme.

II.1.2. — L'humidité atmosphérique.

Grâce au centre météorologique d'Avrieux qui comporte un poste de mesures hygrométriques (à thermomètres sec et mouillé), on peut se faire une idée de l'humidité atmosphérique à 9 h du ma-

----- Bg St Maurice I. 9 h. — II. 15 h.
 ——— Avrieux I. 9 h. — II. 15 h.

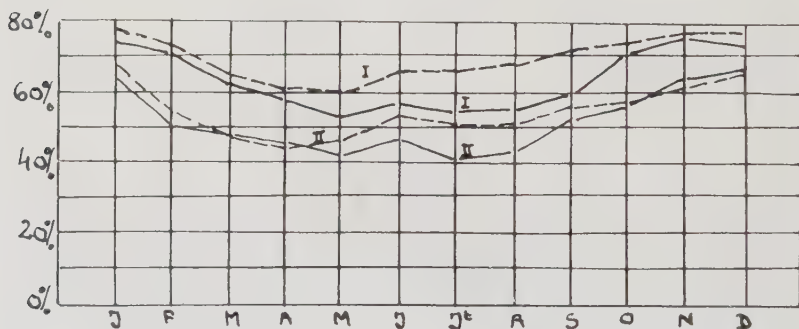


FIG. 7.

L'humidité atmosphérique.

Légende. — L'atmosphère de Bourg-Saint-Maurice, à 860 m d'altitude en Tarentaise, présente un degré hygrométrique, à 9 heures et à 15 heures, presque constamment plus élevé que celui d'Avrieux, en Maurienne, à 1100 m.

Les différences les plus fortes se manifestent au cœur de la saison de végétation, c'est-à-dire de mai à septembre.

(11) Grâce aux précieux renseignements fournis par CHARVOZ, Chef de district des Eaux et Forêts à Termignon, que nous remercions ici.

tin et à 15 h régnant au cœur de la zone de sécheresse de la Maurienne (12).

On constate qu'en moyenne (pour la période 1958-1963), l'état hygrométrique à 9 h ne dépasse jamais 80 %, ce qui est peu et

Localités	Heures	J	F	M	A	M	J	J ^t	A	S	O	N	D
BOURG-St-MAURICE	9 h	78,8	73,1	65,5	61,4	60,6	65,2	66,0	67,9	70,9	73,8	77,5	77,3
	15 h	68,1	54,7	47,8	43,7	46,6	52,9	50,9	51,4	56,3	59,3	62,5	66,0
AVRISUX	9 h	74,3	70,6	62,9	58,7	53,1	56,9	54,6	55,4	60,1	70,9	76,5	73,6
	15 h	64,4	50,9	47,9	44,7	41,9	46,4	40,5	41,9	51,2	57,8	64,6	67,7

que la moyenne des minimums durant la saison de végétation (de mars à septembre) se situe entre 40 et 50 %.

Ces chiffres sont à rapprocher de ceux de Bourg-Saint-Maurice, en Tarentaise, car ils confirment ce que l'on savait déjà du climat des deux vallées, par l'analyse de la flore et de la pluviosité, à savoir que la Maurienne est plus sèche que la Tarentaise.

II.1.3. — Les températures.

II.1.3.1. — Les moyennes annuelles.

La Maurienne n'offre aucune originalité profonde en ce qui concerne les moyennes annuelles. Nous aurons d'ailleurs à les accoler aux moyennes des précipitations et il n'y a pas lieu d'insister.

II.1.3.2. — Les régimes.

Les courbes des variations mensuelles de températures — vraies ou réduites au niveau de la mer — étudiées en Maurienne par BÉNÉVENT (E.) (1926, ONDE (H.) (1938) et BLANCHARD (R.) (1943), montrent que si l'hiver est rude, de printemps y est plus chaud, par exemple, que dans la Combe de Savoie et, en tout cas, que son démarrage y est plus brutal.

Ces deux derniers faits doivent être ainsi traduits : les Moyenne et Haute-Maurienne, par leurs températures des mois de mai, juin, juillet, août — qui constituent la saison utile — rattrapent « le temps perdu » depuis le début du printemps. ONDE (H.) (1938) a montré, en outre, que les poussées thermiques sont plus régulières

(12) Entre 12 h et 15 h environ, l'état hygrométrique journalier passe par un minimum assez étalé. La courbe de 15 h de la fig. 7 correspond donc approximativement à la moyenne des minimums.

sur les flancs des versants et à haute altitude, qu'au fond de la vallée où les fluctuations de l'insolation irrégularisent quelque peu les courbes thermiques. L'exemple de la Turra, dans l'étage alpin, et celui de Lanslebourg, dans le talweg, sont à retenir à ce point de vue.

A altitudes égales, les températures moyennes mensuelles du monde intra-alpin dépassent, en général, celles des Préalpes et les maximums absolus moyens sont, plus nettement encore, supérieurs à leurs homologues: « ceux de Saint-Jean-de-Maurienne, station plus élevée de 170 m, écrasent ceux de Saint-Laurent-du-Pont, en Chartreuse, de $4,1^{\circ}$ en septembre, de $4,5^{\circ}$ en avril, de $5,5^{\circ}$ en octobre, enfin de $3,65^{\circ}$ pour l'année entière... Entre Termignon et les Contamines — dans le Massif du Mont-Blanc et assises 100 m plus bas — le contraste demeure prononcé: 2° à l'avantage du village mauriennais en été, dont $2,6^{\circ}$ en août. » [BLANCHARD (R.) (1943, 245)].

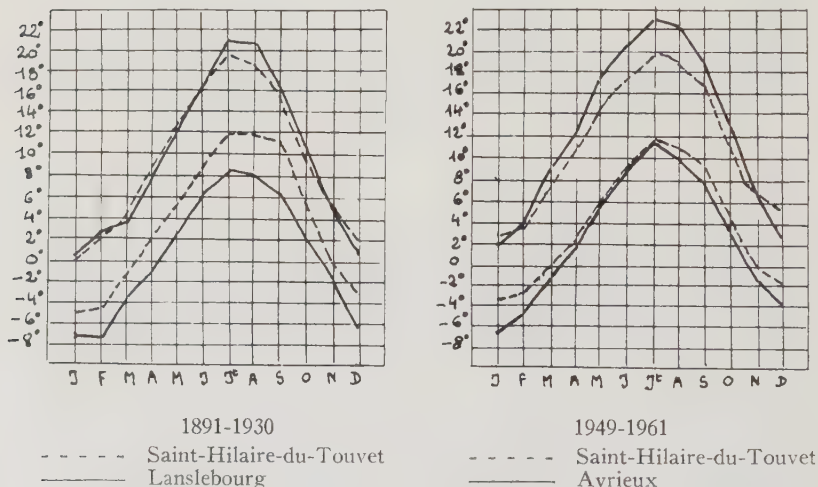


FIG. 8.

Les températures.

Légende. — L'amplitude des absolus moyens de température (moyennes mensuelles des maximums et des minimums, figurant sur les graphiques ci-dessus) est sensiblement plus grande dans les Alpes internes (Haute-Maurienne), que dans les Préalpes (Chartreuse).

Si l'on veut bien se rappeler que, dans une région donnée, cette amplitude augmente quand l'altitude baisse, Saint-Hilaire-du-Touvet (à 1130 m) malgré l'« avantage » que lui donne son altitude, présente des oscillations de température plus amorties que des stations plus élevées (Lanslebourg: 1400 m), mais situées dans des régions toutes différentes (période 1891-1930).

Le phénomène se confirme pour la période 1949-1961 avec deux stations situées à la même altitude: Avrieux en Haute-Maurienne présente un régime de température nettement plus brutal que Saint-Hilaire-du-Touvet dans les Préalpes.

Si l'on compare enfin, à *altitudes voisines, sinon égales*, des régions à pluviosité élevée, comme la Chartreuse (Saint-Hilaire-du-Touvet 1 127 m : 1 202 mm) à la Haute-Maurienne, sèche et ensoleillée (Lanslebourg 1 400 m : 704 mm), on s'aperçoit que ce sont ces dernières régions, comme il fallait s'y attendre, qui présentent *le régime thermique le plus brutal. Cette grande amplitude des absolus moyens de température constitue une des caractéristiques, à notre avis, du climat intra-alpin* (fig. 8).

II.1.3.3. — *Les gelées.*

Il s'agit là d'un domaine mal exploré, les seules données dont on puisse faire état concernent uniquement ou presque le fond du talweg puisque s'y trouvent rassemblés les appareils d'observation. Selon ONDE (H.) (1938), *la période des gelées continues* — celles d'hiver — « s'étend sur 5 mois ou plus », à l'amont de Modane ; à Bessans, situé, il est vrai, dans une cuvette où l'air froid stagne, « la moyenne des deux années 1934-1936 fait apparaître un régime des plus rigoureux », de 7 mois pleins commençant dès octobre, le mois de mai ayant connu encore 16 jours de gelée. A l'aval de Modane, on peut admettre que cette période est de 4 mois et, au delà du Pas du Roc, de moins de 3 mois.

Les gelées hors saison, dont la localisation est capricieuse car elle obéit aux facteurs topographiques eux-mêmes très variés, sont assez fréquentes. « De Modane à Lanslevillard, les gelées de juillet sont réputées exceptionnelles (tous les 20 ou 30 ans dit-on à Bramans, mais on parle volontiers de celles de juin (ONDE, *ibidem*). *Ce régime assez sévère des gelées hors saison s'explique, en Maurienne, par la sécheresse de l'air* qui permet un grand rayonnement nocturne ; la Tarentaise, en effet, vallée voisine, mais plus humide, « bénéficie d'un régime de gelées plus uniforme, moins capricieux » et d'une durée de gelée continue sensiblement plus faible (ONDE, *ibid.*).

II.1.3.4. — *L'insolation.*

Il n'est pas très facile de donner une vue d'ensemble d'un phénomène qui est essentiellement « local ». L'insolation en un lieu donné dépend, en effet, de nombreux paramètres dont certains communs à plusieurs points — comme la latitude ou l'altitude — mais dont la plupart sont vraiment particuliers, comme la position du plan du lieu par rapport au plan horizontal, sa position par rapport au dessin des crêtes voisines qui interceptent plus ou moins longtemps et à tel moment de la journée les rayons solaires, etc. On conçoit, dans ces conditions, que les mesures des durées d'insolation faites par héliographes ou même par hélioramas [PERS (R.) (1937)], si elles sont intéressantes, restent encore insuffisantes :

elles ne tiennent pas compte des l'incidence des rayons solaires qui varie au cours de la journée et d'une saison à une autre et dont l'importance se traduit par la loi, bien connue, des sinus, ni de l'énergie diffusée par l'atmosphère, alors même que le lieu d'observation est à l'ombre. Seul le solarigraphe, appareil très coûteux et fragile, permettrait de se faire une idée exacte de la quantité d'énergie réellement reçue au sol pendant chaque journée.

Cependant, en l'absence de telles données, les chiffres ci-après permettent de se rendre compte des différences qui peuvent exister en Maurienne entre l'adret et l'envers; ils seront à rappeler lorsque seront étudiées les associations s'observant sur des versants d'expositions opposées et que sera analysé, même fragmentairement, leur microclimat.

A Lanslebourg (latitude 45°20') où le versant exposé au nord a une pente très régulière faisant un angle de 26° par rapport au plan horizontal et où celui exposé au Sud a une pente moyenne de 31°, comme à Avrieux (latitude 45°13') où ces mêmes pentes

Dates	LANSLÉBOURG		AVRIEUX	
	Versant Nord	Versant Sud	Versant Nord	Versant Sud
15. 1	- 3° (I)	53°	- 4°30' (I)	49°10'
15. 2	3°30'	61°30'	3°	56°40'
15. 3.	16°	73°	14°30'	68°10'
15. 4	28°30'	85°30'	27°	70°50'
15. 5	37°20'	94°20'	35°50'	89°30'
15. 6	41°50'	98°50'	40°20'	94°
15. 7	40°40'	97°40'	39°10'	92°50'
15. 8	32°50'	89°50'	31°20'	85°
15. 9	22°	71°	20°30'	74°10'
15.10	10°	67°	8°40'	62°20'
15.11	0°10'	57°10'	- 1°20' (I)	52°20'
15.12	- 4°10' (I)	52°50'	- 5°80' (I)	48°

(1) Envers à l'ombre toute la journée.

sont respectivement de 27°30' et 26°, les angles faits par les rayons solaires à midi, à l'envers et à l'endroit, par rapport aux plans des versants montrent à quel point le versant exposé au sud peut être favorisé, non seulement en hiver, ce qui a pour conséquence indirecte de diminuer la durée d'enneigement, mais également au printemps, au moment du démarrage de la végétation.

II.1.4. — Images synthétiques du climat.

Pour prendre une vue d'ensemble du climat haut-mauriennais, — et ce, aussi brièvement que possible après les développements précédents — nous nous sommes servi des données dont nous pouvions disposer : les précipitations et les températures, et nous les avons traduites sous forme de climatogrammes de divers types (courbes ombrothermiques selon BAGNOULS (F.) et GAUSSEN (H.) (1953) (13), aires ombrothermiques selon REY (P.) (1960) (14).

Que constatons-nous ?

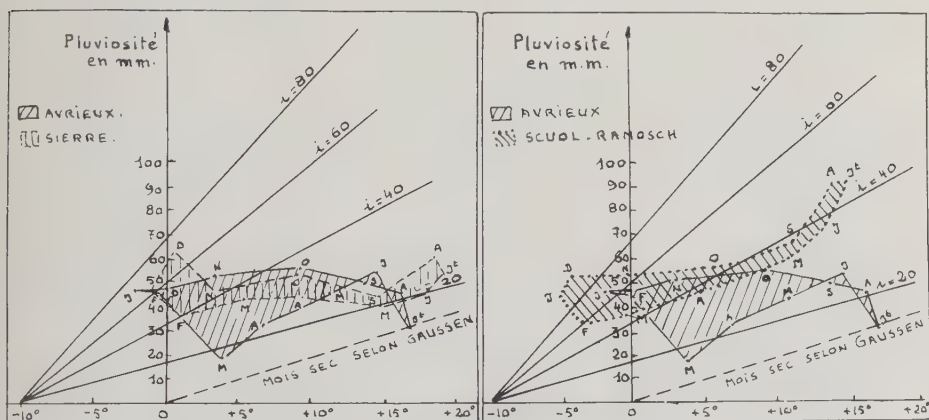


FIG. 9.

Climatogrammes de trois stations typiques des Alpes internes.

Légende :

- I. — Sierre, dans le Valais (alt. 552 m ; période 1901-1923).
- II. — Scuol-Ramosch, en Engadine (alt. 1237 m ; période 1901-1940).
- III. — Avrieux, en Haute-Maurienne (alt. 1150 m ; période 1949-1961).

On notera la rigueur des hivers de Scuol-Ramosch, en Engadine, situé seulement 90 m plus haut qu'Avrieux, et le régime continental des précipitations de cette station, nettement plus marqué que celui des précipitations de Sierre.

(13) On sait que BAGNOULS (F.) et GAUSSEN (H.) (1953) font figurer *sur un même graphique* les courbes des régimes thermiques et pluviométriques en adoptant le rapport de 2 mm pour 1 degré : un tel rapport résulte du fait que l'auteur définit comme mois sec, un mois recevant une hauteur d'eau (en mm) inférieure au double de la température moyenne (en degrés centigrades). On observera que GASPARIAN avait utilisé un système analogue, le rapport standard étant de 2,6 [dans COUTAGNE (1942)].

(14) L'intérêt du climatogramme à deux variables (température et précipitations) et de l'aire ombrothermique, où ces mêmes variables apparaissent, c'est qu'ils permettent de tracer « des réseaux de courbes figurant telle fonction empirique ou expérimentale, liant les précipitations aux températures » et, en particulier, « les lignes d'égale valeur des indices d'aridité de de MARTONNE » [PÉGUY (Ch.-P.), (1961)], ou la relation de BAGNOULS et GAUSSEN délimitant la zone des mois secs.

Qu'il n'y a pas eu, en Haute-Maurienne, de mois sec au sens de GAUSSEN, durant les périodes d'observation suivies par SANSON pour Lanslebourg, mais que, par contre, pour Avrieux, au creux de l'îlot de sécheresse et pour la période allant de 1949 à 1961, soit 13 ans, il y a eu, en juillet, une petite période de sécheresse. Cette xéricité d'Avrieux se traduit, en particulier, par un coefficient (Pe)

de « méditerranéité » d'EMBERGER (L.) (1943) ——— de 5,6 seulement, inférieur par conséquent au seuil de 7 et qui, si le régime des précipitations était méditerranéen, pourrait faire classer Avrieux et le secteur avoisinant, dans la « zone méditerranéenne » d'EMBERGER, au sens phytogéographique du mot.

On notera que si le Valais central et la Haute-Engadine dont les climats nous paraissent bien représentés par ceux de Sierre et de Scuol-Ramosch (fig. 9), connaissent un climat à tendance continentale (faible pour le Valais, très net pour l'Engadine) celui d'Avrieux leur est tout à fait comparable : *les trois climatogrammes se situent dans la même zone d'indices d'aridité* ; mais alors que celui d'Avrieux présente un appendice estival légèrement tourné vers le bas — nous en avons déjà traduit la signification — celui de Sierre et plus encore celui de Scuol-Ramosch ont un appendice estival tourné vers le haut, ce qui est l'image du régime continental de leurs précipitations.

Par contre, la comparaison des climatogrammes d'Avrieux et de Saint-Hilaire-du-Touvet, station préalpine de Chartreuse, à la même altitude, met bien en évidence *les différences fondamentales qui existent entre le climat des Préalpes et celui des Alpes internes*. Si les deux graphiques ont, à peu près, la même forme avec toutefois, pour Avrieux, un appendice estival nettement plus marqué, ils se situent dans des « zones d'aridité » tout à fait différentes : les températures sont assez sensiblement plus étalées à Avrieux, ce qui traduit une *continentalité plus forte* et le *décalage des températures au printemps*, et ce, au bénéfice de la station intra-alpine, est des plus nets. Ces deux caractéristiques — déjà soulignées — sont essentiellement dues à la *siccité de l'atmosphère* (fig. 11).

L'aire ombrothermique de la Haute-Maurienne, que nous avons essayé de tracer, malgré la rareté des documents, comparée à celles obtenues par REY (P.) (1960) pour le Conflent, le Velay, le Vivarais — régions qui nous ont paru assez affines quant au climat — montre bien que notre dition se situe, dans l'ensemble, dans une zone à la fois plus froide et plus sèche que le Haut-Conflent, par exemple, pourtant très xérique (fig. 12).

Cette sécheresse absolue, qui est à l'origine de la *brutalité du climat*, laquelle se traduit, on l'a vu, par un régime particulièrement capricieux des gelées, un rapide réchauffement au printemps, est

bien, en définitive, la caractéristique fondamentale du climat de la Haute-Maurienne. Elle explique — on le verra au cours de ce travail — les affinités que présente la flore de cette vallée avec celle du Valais et de l'Engadine, régions pourtant sensiblement plus continentales. Ainsi se trouvera vérifié le point de vue exprimé par EMBERGER (L.) (1954), à savoir qu'un climat météorologiquement

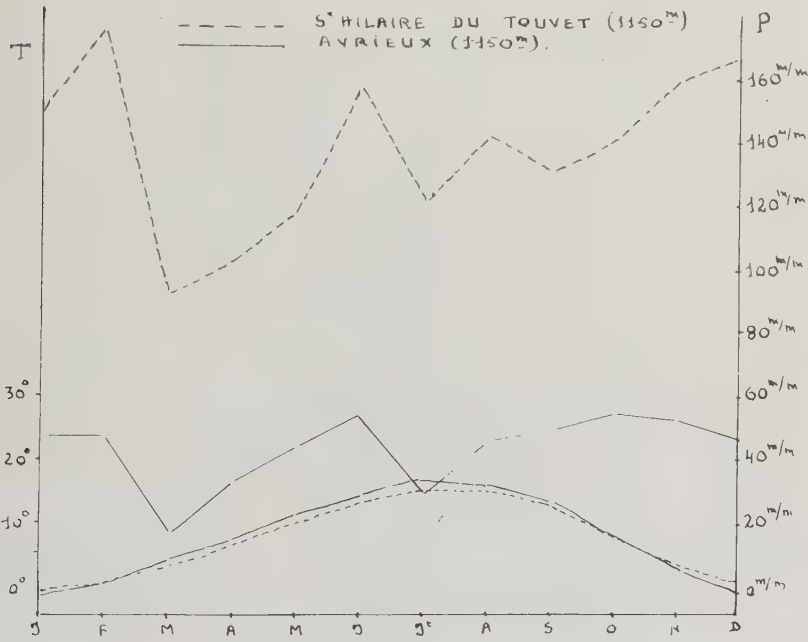
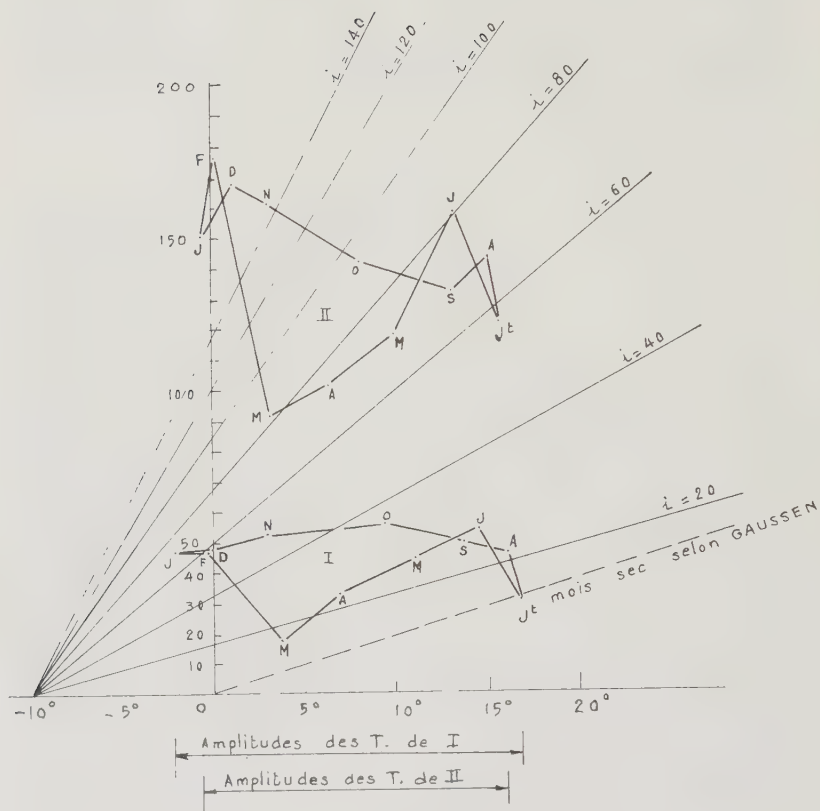


FIG. 10.

Courbes ombrothermiques.

Légende. — Les courbes ombrothermiques établies selon les normes de BAGNOULS et GAUSSEN, d'Avrieux et de Saint-Hilaire-du-Touvet (en Charente), pour la période 1949-1961, mettent très nettement en relief ce qui différencie climat préalpin (humide et relativement froid de mars à novembre) et climat intra-alpin (sec et relativement chaud de mars à novembre).

Localités		J	F	M	A	M	J	J ^t	A	S	O	N	D	Totaux ou moyen
AVRIEUX (1 100 m)	P	46,8	47,0	17,9	33,7	44,0	54,6	30,3	46,8	50,3	55,6	53,4	47,2	527 mm
	T	-2,1	-0,3	3,0	7,0	11,1	14,6	16,7	16,1	13,7	8,4	2,9	-0,3	7,6° C
St-HILAIRE (1 150 m)	P	151	176	52	102	118	158	122	143	132	142	161	166	1665 mm
	T	-0,5	0,1	3,5	6,3	10,0	13,4	15,6	15,0	13,1	8,1	3,3	1,1	7,4° C



I. — Avrieux (1949-1961).
II. — Saint-Hilaire-du-Touvet (1949-1961).

FIG. 11.

*Climatogrammes d'Avrieux (Haute-Maurienne).
et de Saint-Hilaire-du-Touvet (Chartreuse).*

Légende. — Si, dans l'ensemble, les deux climatogrammes préalpin et intra-alpin ont la même forme, ce qui traduit ce que BLANCHARD a appelé « l'océanisation » du climat intra-alpin, on remarquera qu'ils se situent dans deux « zones d'aridité » nettement différentes et que les températures à Avrieux sont constamment plus élevées que celles de Saint-Hilaire-du-Touvet de mars à novembre, et plus basses en hiver.

Les climatogrammes du type ci-dessus traduisent mieux que les courbes ombrothermiques l'aridité du climat; ces dernières, par contre, mettent mieux en relief les différences de température.

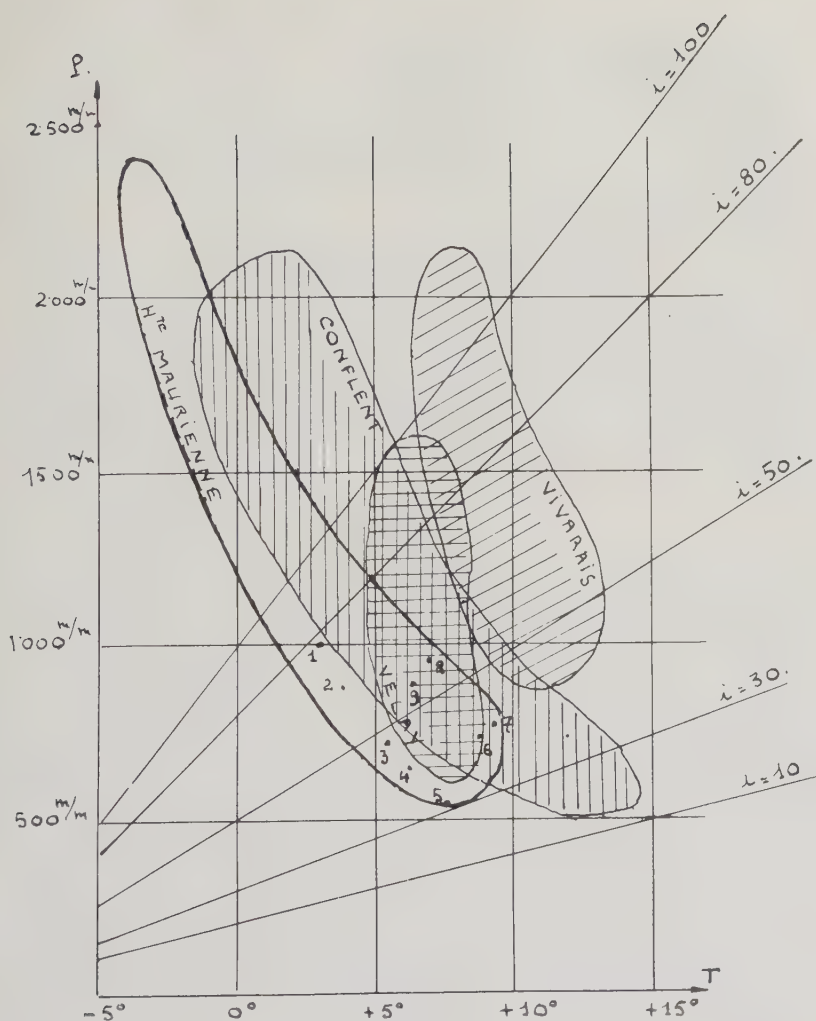


FIG. 12.

Aire ombrothermique de la Haute-Maurienne.

1: Bissorte; 2: Bessans; 3: Lanslebourg; 4: Termignon; 5: Avrieux;
6: Orelle Prémont; 7: Saint-Martin-la-Porte; 8: Le Thyl; 9: Valmeinier.

Légende. — En amont de Modane, la Haute-Maurienne apparaît comme plus sèche que le Conflent.

A noter que la régression générale pluviosité/température voit son coefficient angulaire augmenter vers les pluviosités fortes; à haute altitude, en effet, le gradient pluviométrique, selon les travaux de ONDE, augmente sensiblement; si l'on admet, en première approximation, que celui des températures reste à peu près constant, on conçoit que le coefficient angulaire de la régression P/T augmente dans les mêmes proportions.

océanique — au moins quant au régime de la pluviosité — doit être, phytogéographiquement, rattaché aux climats continentaux, lorsqu'il est sec, et froid et hiver.

On notera, au passage, que les étages forestiers se situent entre les indices d'aridité de 90 et de 30, ce qui constitue une amplitude étroite, si l'on veut bien tenir compte de l'importance des différences d'altitude, mais qui s'explique par la faiblesse du gradient pluviométrique, déjà soulignée.

Cette aire ombrothermique, purement géographique, ne prendra d'ailleurs sa véritable signification que comparée aux aires, également ombrothermiques, des grandes essences forestières et à celles des associations telles qu'elles ont pu être déjà étudiées. Nous aurons donc l'occasion de la retrouver, à la fin de ce travail, lorsque nous essaierons de prendre une vue synthétique des facteurs écologiques décisifs qui se trouvent liés corrélativement, sinon causalement, aux groupements forestiers que nous aurons analysés.

II.2. — LES ROCHES-MÈRES

Si l'étude des roches-mères présente le plus grand intérêt, puisque ce sont elles qui expliquent largement la nature des sols, surtout en montagne, où l'érosion joue un rôle de premier plan, il n'y a pas lieu, dans cette vue d'ensemble, de trop s'y attarder, car on les retrouvera dans l'horizon C des sols, qui est le niveau de la zone de leur altération.

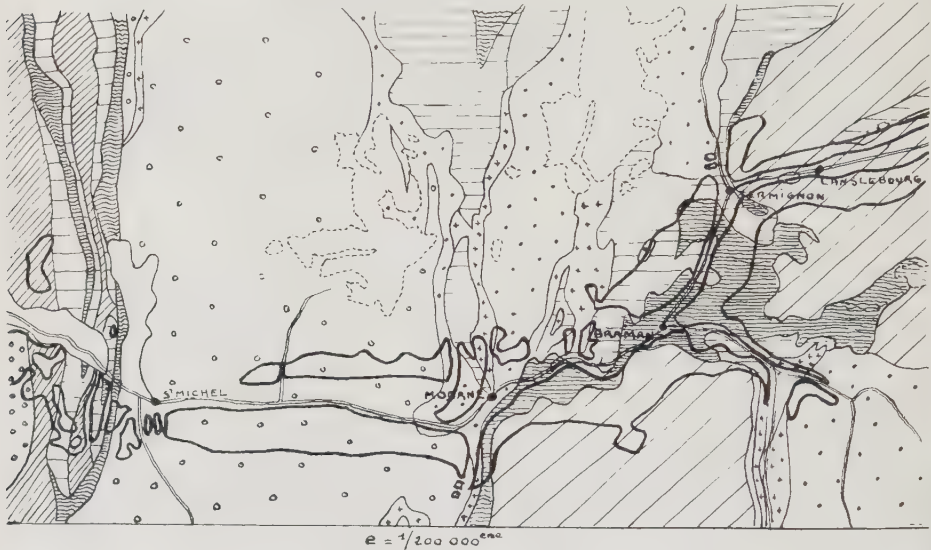
Trois points sont cependant à souligner :

Le premier, déjà exprimé, est que les zones tectoniques et pétrographiques sont, en gros, perpendiculaires à l'axe des vallées et se retrouvent de part et d'autre de chaque versant, à des expositions opposées par conséquent, ce qui doit permettre de faire d'intéressantes comparaisons.

Il faut noter ensuite l'extrême variété des roches-mères et leur relative richesse en calcium. En effet, malgré l'apparente simplicité de la carte géologique, le substratum pétrographique est très « nuancé », comme le montre le récent travail d'ELLENBERGER sur la géologie du pays de Vanoise (1958). Se rencontrent ainsi, et souvent côte à côte, des roches aussi différentes que des quartzites plus ou moins colorés par divers sels, et des gypses ou des cargneules, les premières typiquement siliceuses et les secondes carbonatées. Mais, dans l'ensemble, mis à part les quartzites que l'on rencontre peu en forêt, sauf dans le synclinal de Chavières et au niveau du premier ombilic glaciaire d'Aussois, les roches-mères totalement siliceuses sont relativement rares. Même les grès mica-cés du Houiller, à la Praz, près de Modane, s'ils sont riches en quartz (80 % de Si O_2), ne sont pas, pour autant décalcifiés (1,25 de CaO). Quant aux cargneules, on retiendra qu'un échantillon pris dans le ravin de Saint-Antoine, à l'amont de Modane, a donné les pourcentages suivants : 20,4 % de dolomite ferrique, 73 % de calcite, 7,6 % d'insolubles aux acides courants (1). On sait aussi que les schistes lustrés, présentent de « minces zones de calcite » plus ou moins importantes, à côté d'autres « de quartz et d'un feu-trage de mica blanc, chargé d'ilménite et de rutile ».

(1) dans ELLENBERGER (1958).

Un troisième point, enfin, est à retenir : c'est l'importance que revêtent, en montagne, les apports divers (éboulis ou moraines). Ces apports, lorsqu'ils sont de faible importance, ne figurent pas, en général sur les cartes géologiques, toujours à petite échelle ; par exemple, nous avons souvent rencontré des fragments de dépôts morainiques carbonatés, sur des quartzites, que la carte géologique ne laissait évidemment pas soupçonner. Quant aux éboulis, ils ne sont jamais à négliger : une roche-mère donnée est toujours peu



- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|---|
| | Calcaires francs ou dolomitiques. | | Grès et Schistes silicatés (Houiller-Flysch). |
| | Schistes calcaires. | | Schistes silicatés métamorphiques. |
| | Schistes lustrés. | | Quartzites. |
| | Gypses et Cargneules. | | Alluvions et Moraines. |
| | Limites de forêt. | | Glaciers. |

FIG. 13.

Les roches-mères.

Légende. — Le schéma géologique ci-dessus met en évidence l'extrême diversité des roches-mères, comme la situation de la vallée par rapport aux grandes zones pétrographiques et qui fait qu'une même roche-mère occupe les deux flancs d'expositions opposées.

On notera que le « creux pluviométrique » qui se situe entre Modane et Termignon coïncide avec une zone calcaire, de gypse et de cargneules, qui contribue à accentuer la xéricité des stations correspondantes.

ou prou « influencée » par celle qui la surmonte, en altitude, alors même qu'aucun éboulis proprement dit ne s'est produit : il s'agit, si l'on veut, d'un lessivage oblique superficiel.

Le schéma géologique ci-dessus permet de prendre une vue d'ensemble des grands types de roches-mères rencontrées dans la région, et de leur répartition, sans qu'il soit besoin d'autres commentaires.

II.3. — L'ACTION HUMAINE

Etudier, en Haute-Maurienne, l'influence humaine dans le domaine forestier, c'est faire tout le procès de la forêt puisque, aussi bien, l'homme, par une action destructrice ou constructive a parfois détruit, parfois recomposé ou, au moins altéré, la physionomie et la composition floristique des forêts primitives.

Les modalités de cette action ont été souvent analysées pour les Alpes Françaises, par les géographes dont BLANCHARD (R.) (1956), ONDE (H.) (1938), PÉGUY (Ch.-P.) (1947), VEYRET (P.) (1944), par les phytogéographes et les forestiers dont GUINIER (Ph.) (1950), MOUGIN (P.) (1931), LENOBLE (F.) (1923), FOURCHY (P.) (1944); nous aurons l'occasion, lors de l'étude des diverses associations, de chercher à déterminer comment cette action se manifeste dans le détail; ce que nous voudrions, dans ce bref chapitre, *c'est en prendre une vue d'ensemble*, rappeler son ancienneté, décrire son effet le plus brutal et le plus spectaculaire: le défrichement.

II.3.1. — Les témoignages.

Les textes et les cartes peuvent, dans certains cas, apporter des renseignements intéressants: MOUGIN (P.) (1931), en a fait état à propos d'un petit massif disparu à Entre-deux-Eaux, sur la commune de Termignon. De tels documents, comme l'a montré FOURCHY (P.) (1944), doivent toutefois être interprétés avec une extrême circonspection, car rien n'est plus difficile, en un sens, que de définir une forêt: l'état boisé comporte, en effet, depuis la lande ou la pelouse, toutes les gammes de densité, alors que les descriptions ne connaissent pratiquement que deux termes: lande et forêt.

La découverte de souches signalée par MOUGIN (P.) (1931) et par ONDE (H.) (1938), notamment à la Plagnette, à cinq kilomètres à vol d'oiseau de la plus proche forêt, dans la vallée de Valloire, au pied du Galibier, montre que les vallées de la Valloirette et de la Neuvachette ont été largement déboisées par l'homme. Les tourbières de la vallée de Valmeinier sont particulièrement riches en tronc d'arbres (cf. photo) qui, à l'analyse, ont été identifiés comme étant des Pins Cembro. De même, dans les zones dénudées au-dessus du Thyl, peut-on observer des souches, indices d'un ancien boisement.

La toponymie locale, qui a fourni au chanoine GROS (A.) (1935) la matière d'un dictionnaire, enseigne également que beaucoup de noms de lieux comme Sardières, Eterpets près de Valloire, Essarts près de Saint-Julien-de-Maurienne, pour ne citer que ceux-là, tirent leur origine d'anciens défrichements.

Mais c'est, en définitive, *l'aspect du manteau forestier* et de la flore, qui constituent, à notre avis, les meilleurs des témoignages.

PLANCHE I
LES TEMOINS DU PASSE



Souche profondément enfouie
dans une tourbière.
Vallée de Valmeinier.



Troncs d'arbres dans une tourbière
aux Mottets
(région du Galibier)

Ce qu'il y a lieu de souligner, c'est que certains facteurs naturels ont joué et jouent encore un rôle, pour favoriser ou pour inhiber l'action humaine et que « la répartition actuelle des massifs forestiers et des zones déboisées n'est pas sans dépendre, dans une large mesure, du milieu physique » [ONDE (H.) (1938)].

PLANCHE II
L'OCCUPATION HUMAINE ET SON REcul ACTUEL



Envahissement des pâturages
par le Mélèze
(région de Valloires)



L'adret dans les gorges houillères
Puissante occupation humaine.



Les grandes clairières de villages sur moraines.
Albanne, à droite, et sa ceinture de mélèzeins.
Albanette, à gauche.

II.3.2. — Les facteurs naturels du défrichement.

L'exposition, plus exactement la durée de l'insolation hivernale, a fixé l'habitat humain sur les adrets. En Maurienne, orientée d'ouest en est, le phénomène est particulièrement net. Une fois franchie la zone subbriançonnaise au relief vigoureux, l'homme a trouvé le long des gorges houillères, à l'adret — où, probablement par suite d'une action différentielle des glaciers, la pente se trouve être moins forte qu'à l'envers — un terrain de choix pour son habitat, ce qui explique la suppression presque complète de tout étage forestier entre le talweg et 1 600 et 1 700 m environ, alors que l'envers est entièrement boisé, troué seulement de clairières de chalets.

Il en est de même de Modane jusqu'à Lanslebourg et au-delà ; il faudrait dire « à peu près de même », car, pour des raisons que l'on va analyser, l'implantation humaine dans ce secteur amont est moins uniforme.

La pente a joué, aussi, un rôle considérable. Toutes les clairières, qu'il s'agisse de clairières de chalets trouant la forêt ou de clairières de villages, comme celles de Montricher, d'Albanne, d'Aussois, de Sardières, correspondent à des replats, ou à des zones de faible pente. A l'inverse, la vigueur du relief, dans les gorges de la Valloirette et même dans les schistes lustrées, a préservé d'importants massifs.

Il est bien certain que le relief, en effet, a vu son action interférer avec celle due à la *roche-mère* — l'un dépendant de l'autre, dans une large mesure : c'est ainsi que les molles croupes liasiques et houillères de la vallée de la Valloirette ont incontestablement favorisé un aménagement pastoral intensif aux dépens de la forêt ; de même, les dépôts morainiques profonds de la région d'Albanne, de Montricher ou d'Aussois. A l'inverse, les cargneules et les gypses de la région de Sollières et de Sardières, par leur sécheresse, ont rebuté l'homme, ce qui explique que le versant sud, dans ce secteur, soit presque entièrement couvert de forêts.

II.3.3. — Ancienneté de l'action humaine - Recul actuel.

Les nombreux vestiges laissés par l'homme de la préhistoire : pierres à cupules, haches en serpentine de Bessans et de Lanslevillard, objets divers de l'abri sous roche de Loutraz, à Modane, montrent l'ancienneté de l'occupation humaine en Haute-Maurienne et donnent à penser que les pâturages élevés et les grands cols ont été fréquentés dès le retrait des glaciers [ONDE (H.) (1938)]. Cette densité d'occupation se confirme à l'âge des métaux : des sépultures de l'âge du bronze et du fer ont été retrouvées à Montdenis, Saint-André, Saint-Martin-la-Porte. Dès cette époque, les possibilités de

la vie pastorale, la richesse minière de la vallée et la facilité du passage ont contribué à retenir les hommes dans cette sauvage région.

Ainsi, dès les temps préhistoriques, l'homme en s'installant dans ce pays, a forcément modifié la contenance et la structure des massifs forestiers. Occupant d'abord les grands replats d'altitude, il a fait descendre la lisière supérieure de la forêt, surtout à Montdenis, à Valloire, à Valmeinier. Plus tard, sans doute, les hommes sédentaires du fond de la vallée, ont ouvert des clairières de ci, de là, et aménagé les adrets. Sans entrer dans les détails, on peut dire que cette emprise de l'homme n'a fait que s'accroître durant l'époque romaine, le Moyen Age, et au-delà. Les données de l'archéologie comme celles de la toponomastique montrent, en effet, que l'ampleur du mouvement démographique n'a cessé de s'accroître pour atteindre son maximum au XVIII^e siècle [ONDE (H.) (1938)].

Depuis, l'homme recule et la forêt avance: les pelouses autrefois fauchées sont progressivement envahies par les Ericacées, puis par les Epicéas et les Sapins (Valmeinier); ailleurs, c'est le Mélèze qui trouve dans les sols bruns à mull de prairies, des conditions d'expansion particulièrement propices (Valloire); ailleurs encore, sur les roches-mères carbonatées (Aussois - Sardières), c'est le Pin sylvestre ou le Pin à crochets, précédés ou suivis par *Arctostaphylos Uva-ursi* ou *Erica carnea*; à haute altitude, dans l'étage subalpin supérieur, sur schistes du Houiller ou sur schistes lustrés, c'est le Mélèze et le Pin Cembro qui reprennent possession du terrain, déjà envahi par la lande à *Juniperus nana* ou *Rhododendron ferrugineum*. Mais il s'agit là de processus de détail, qui pourront être étudiés dans les pages qui suivent.

Ce que nous avons voulu marquer, c'est l'importance de l'emprise humaine: cette emprise s'est, sans doute, manifestée de façon inégale suivant les lieux. Elle ne doit cependant jamais être perdue de vue dans une étude phytosociologique et méritait, de ce fait, de prendre place parmi les grands facteurs écologiques.

II.4. — ELEMENTS FLORISTIQUES DE LA REGION ETUDIEE

II.4.1. — Considérations générales.

Bien que l'étude des principaux éléments floristiques de la Haute-Maurienne puisse, légitimement, trouver sa place à la fin de ce travail, il nous paraît préférable de prendre, sans plus attendre, une vue d'ensemble de cet aspect important de la biogéographie végétale de cette vallée, ce qui permettra de rendre plus claire l'analyse des groupements forestiers faisant l'objet des prochains chapitres.

On sait que l'on donne le nom de cortège floristique à l'ensemble des espèces qui caractérisent un territoire donné. Comme le fait remarquer OZENDA (P.) (1964 - 73) « on emploie, plus fréquemment d'ailleurs, l'expression « élément floristique », bien qu'elle ait fait l'objet de critiques du fait, qu'en toute rigueur, le mot élément doit désigner quelque chose de simple, et non pas un ensemble collectif ». Toutefois, si l'on observe que la flore d'un territoire donné n'est presque jamais totalement composée d'espèces endémiques, mais de plusieurs « éléments », l'utilisation de ce terme se justifie pleinement, étant entendu qu'il englobe lui-même des sous-unités.

Dans le cas particulier qui nous occupe, nous n'envisagerons que la flore silvatique. Notre analyse, d'autre part, se situera dans une perspective de Phytosociologie écologique, en ce sens que nous rattacherons les espèces aux associations ou aux unités plus vastes qu'elles caractérisent, comme aux conditions écologiques essentielles auxquelles elles sont liées.

Nous insisterons enfin sur les « échelons d'appauvrissement » que présente tel ou tel élément floristique, à mesure que l'on s'enfonce au cœur de notre dition.

Les tableaux des groupes écologiques montrent que la flore silvatique de la Haute-Maurienne comprend plusieurs éléments: un élément médio-européen, mais appauvri au contact de cet îlot de sécheresse que constitue notre vallée, un élément nordique et des

hautes montagnes de l'Europe, un élément subméditerranéen et méditerranéo-sarmatique, un élément endémique des Alpes occidentales françaises, enfin.

II.4.2. — L'élément médio-européen.

Mises à part quelques espèces des pelouses sèches médio-européennes, de la classe des *Festuco-Brometea* ou de l'ordre des *Brometalia*, comme *Brachypodium pinnatum*, *Euphorbia Cyparissias*, *Pimpinella Saxifraga*, etc. qui jouent, en forêt mauriennaise, un rôle secondaire, l'élément médio-européen est essentiellement représenté par des *orophiles silvatiques* dont certaines n'atteignent même pas les limites de notre dition, alors que d'autres s'avancent plus ou moins loin, vers le cœur de la haute vallée.

Parmi les caractéristiques des *Fagetalia* (liées à des sols à mull), nous n'avons jamais rencontré ni *Polygonatum multiflorum*, ni *Asarum europaeum*, ni *Euphorbia amygdaloides*, ni *Arum maculatum*, ni *Allium ursinum*.

Il faut noter également l'absence de certaines espèces fréquentes dans les hêtraies ou dans les hêtraies à sapin méridionales: *Geranium nodosum*, *Galium aristatum* (1), alors que *Trochischantes nodiflorus* est assez abondant dans un type de hêtraie à Sapin, dans les gorges de la Valloirette, sur les calcaires de la zone subbriançonnaise où il trouve d'ailleurs sa limite.

N'ont jamais été rencontrées, non plus, les méso-hygrophiles des Erablaies-Frênaies, telles que *Adoxa moschatellina*, *Scilla bifolia*, *Carex remota*, *Carex pendula*, *Impatiens Noli-tangere*, *Glechoma hederacea*, *Lysimachia nemorum*, etc., ou les espèces de mull-modér calcaire des Erablaies sur éboulis calcaire: *Lunaria rediviva*, *Phyllitis Scolopendrium*, *Asplenium viride*.

On doit rappeler, en outre, que si certaines espèces médio-européennes du cortège du Hêtre, caractéristiques de l'*Eu-Fagion*, se rencontrent jusqu'à la limite, et même au-delà de la zone calcaire subbriançonnaise, elles n'atteignent pas Modane, sinon Saint-Michel-de-Maurienne. C'est dire qu'elles ne pénètrent pas au cœur de la Haute-Maurienne (2). La figure 14 donne les limites de ces espèces, du moins des plus importantes: on voit que *Mercurialis perennis* s'arrête avant Montricher, que *Festuca silvatica* n'atteint pas les gorges de la Valloirette, tandis que *Fagus silvatica*, *Lamium Galeobdolon*, *Sanicula Europaea*, *Carex silvatica*, *Elymus Europaeus*, *Epilobium montanum* pénètrent légèrement dans les gorges houillères; *Asperula odorata* et *Hedera Helix* trouvant leur limite un peu plus à l'amont, près du Thyl.

(1) Ce dernier est cependant signalé au Mont-Cenis, sans autre indication par CARIOT et St-LAGER (1897), mais PERRIER de la BATHIE (H.) (1918-18) n'en fait nulle mention.

(2) On en trouvera la liste dans les tableaux des groupes écologiques.

Il est intéressant de noter qu'en Haute-Tarentaise, *Festuca silvatica*, *Asperula odorata*, *Epilobium montanum* se rencontrent, sans être abondantes, jusqu'au delà de Sainte-Foye-en-Tarentaise, au cœur, par conséquent, de la partie haute de cette vallée.

Parmi les espèces de l'élément médio-européen liées plus précisément aux hêtraies à Sapin ou aux hêtraies à Erable, il en est qui, par contre, pénètrent vraiment dans la zone intra-alpine: on en observe certaines dans la « sapinière vraie », *Abietetum albae* de KUOCH (R.) (1959), proche par son écologie des hêtraies à Sapin: il s'agit, parmi les espèces du Fagion, de *Prenanthes purpurea*, *Neottia Nidus-avis*, *Lilium Martagon*, *Aconitum Vulparia*, *Actaea spicata* (cette dernière très rare), parmi celles des *Fagetalia*, de *Phyteuma spicatum*, *Viola silvestris*, *Paris quadrifolia*, *Milium effusum*, *Euphorbia dulcis*; les autres relèvent de l'alliance *Adenostylion* et sont très abondantes dans l'*Aceri-Fagetum* de l'étage montagnard supérieur des Préalpes, du Jura ou des Vosges: ce sont les « hautes herbes » qui, en Haute-Maurienne, au lieu d'occuper un sous-étage, se localisent dans des stations très particulières (couloirs à Aune vert), où elles rencontrent les conditions d'humidité qui leur conviennent. Nous aurons l'occasion de les retrouver lors de l'étude de l'*Alnetum viridis*.

Toutes les espèces de l'élément médio-européen, dont il vient d'être question, sont liées à des sols bruns forestiers à mull.

Parmi les espèces acidiphiles qui se développent sur des sols bruns, plus ou moins lessivés, à moder, les moins orophiles — et probablement les plus « atlantiques » — sont absentes: *Hypericum pulchrum*, *Teucrium Scorodonia*, *Lathyrus montanus*, *Carex pilulifera*, alors que *Veronica officinalis*, *Deschampsia flexuosa*, — considérées, à tort, comme caractéristiques de la seule classe des *Quercetea robori-sessili-florae* — sont présentes, et grimpent jusque dans l'étage subalpin.

Après avoir analysé l'appauvrissement progressif que présente, dans notre région, l'élément médio-européen, il importe d'appeler l'attention sur deux espèces qui appartiennent à la partie orientale de cet élément et qui jouent un rôle physionomique important dans certaines de nos forêts.

Il s'agit d'abord d'*Erica carnea*, abondante dans les forêts calciphiles de Pin sylvestre et de Pin à crochets, d'Italie (Val d'Aoste, Alpes dolomitiques...), de Suisse (Valais, Engadine...), d'Autriche (Tyrol, Styrie...), de Yougoslavie (Alpes dinariques, vallée de la Drina) (3).

(3) Dans les Alpes dinariques, *Erica carnea* n'est pas spécialement liée aux Pins, mais plutôt à l'Epicéa et au Sapin; dans la vallée de la Drina, *Picea omorica*, dont l'aire est fort limitée, lui est intimement associé [TREGUBOV (S.) (1934)].

On sait qu'en France, cette espèce est très rare (4), sauf précisément en Haute-Maurienne, où son aire couvre plusieurs kilomètres carrés (cf. fig. 14).

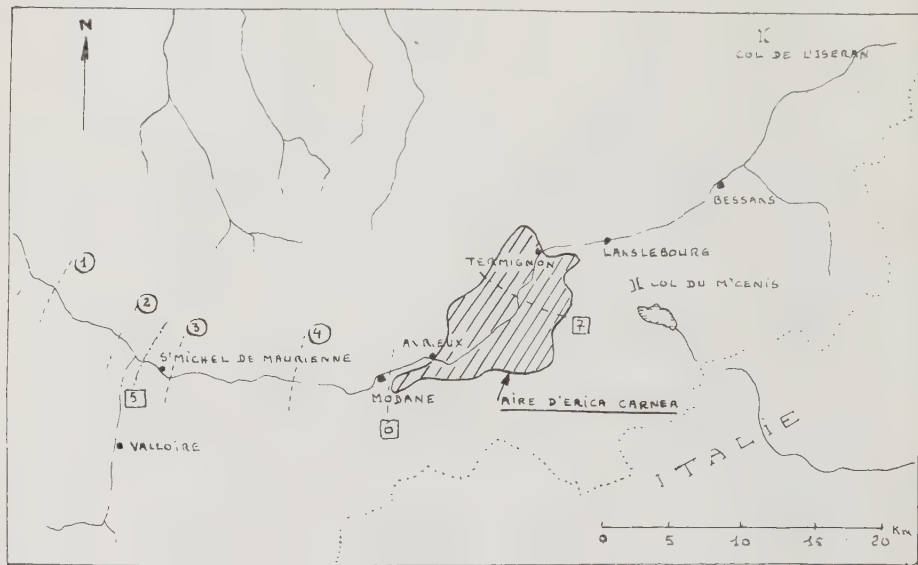


FIG. 14.

Limites de quelques espèces importantes.

Légende. — Élément médioeuropéen.

1. — limite de *Mercurialis perennis*.
2. — limite de *Festuca silvatica*.
3. — limite de *Fagus silvatica*, *Lamium Galeobdolon*, *Sanicula Europaea*, *Carex silvatica*, *Elymus Europaeus*, *Epilobium montanum*.
4. — limite de *Hedera Helix* et *Asperula odorata*.

Élément subméditerranéen.

5. — limite de *Chrysanthemum corymbosum*, *Campanula persicifolia*, *Cephalanthera xyphophyllum*, *Cephalanthera pallens*, *Viola mirabilis*.
6. — limite de *Quercus pubescens*.
7. — limite de *Coronilla Emerus*.

Il est évidemment tentant de se demander si son exceptionnelle abondance dans notre vallée — alors qu'elle est très rare ailleurs dans les Alpes occidentales françaises — tient surtout à des facteurs historico-géographiques, ou surtout à des facteurs écologi-

(4) On trouvera dans PERRIER de la BATHIE (H.) (1917-1928 - T. II, 94) des indications sur les stations de cette espèce en Savoie et Haute-Savoie. En dehors de ces deux départements elle ne s'observe que dans les Alpes maritimes, près du col de Tende.

ques. Il est difficile de répondre à une telle question car, si l'espèce est bien connue en ce qui concerne ses exigences édaphiques [PALLMANN (H.) (1947) et BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) (1954)], il est actuellement très délicat de cerner les facteurs climatiques auxquels elle est liée, car, dans ce domaine, nous l'avons déjà souligné, les données sont assez rares et incomplètes et l'étude du microclimat des stations à *Erica carnea* reste à faire.

Toutefois, si l'on se réfère au fait que, dans les Alpes (5) *Erica carnea* se rencontre dans tous les îlots de sécheresse des vallées intra-alpines, sans pour autant y jouer le rôle d'une espèce xérophile puisqu'elle fuit les versants à exposition plein sud, on conviendra que sa présence en Haute-Maurienne est tout à fait normale. Ce qui l'est moins — mais nous sortons ici, un peu, de notre sujet — c'est son absence totale en Briançonnais, qui connaît pourtant un climat assez analogue à celui du Val d'Aoste, ou du Val de Suse, où l'espèce est présente.

La deuxième espèce qui doit retenir notre attention, car son importance n'est pas seulement d'ordre floristique, mais aussi phytosociologique, est *Calamagrostis villosa* (CHAIX) MUTEL.

Cette espèce est restée longtemps méconnue dans les Alpes françaises, puisque, jusqu'à ces dernières années, elle y était considérée comme fort rare et n'était signalée qu'en Tarentaise (où EVRARD et CHERMEZON (1917-1918) l'avaient découverte), en Vallouise et dans le vallon de Mollières dans les Alpes maritimes. PERRIER de la BATHIE (H.), lui-même, ne la citait pas dans son catalogue des plantes vasculaires de la Savoie (1917-1928).

On sait, maintenant, que ses stations sont nombreuses dans les Alpes internes de notre pays: elle s'observe, en effet, en Oisans, dans la haute vallée du Vénéon [elle figure, dans un relevé synthétique du *Rhodoreto-Empetretum* décrit par NÈGRE (R.) (1950)], en Haute-Maurienne, où elle est particulièrement abondante [BARTOLI (Ch.) (1955)], dans les vallées du Giffre, de Vallorcine, de l'Arve, du Reposoir [de LEIRIS (H.) (1961-1965)], dans le Brian-

(5) Dans les Alpes Dinariques, les précipitations sont fortes (avec un régime de type atlantique), en particulier dans le massif du Sneznik, où elles atteignent, annuellement, 2 000 à 3 000 mm pour des altitudes inférieures à 1 000 m. Mais, selon WESSELY, cité par TREGUBOV (S.) (1941), la « zone climatique du karst » se caractérise par des *changements de température subits et violents*, une température moyenne annuelle basse, des montées de température *rapides au printemps*; il s'agit donc d'un climat marqué par une « influence danubienne et continentale » incontestable.

On observera que, dans le massif précité, *Erica carnea* paraît jouer un rôle secondaire. Elle se localise dans une association baptisée par HORVAT (I.), *Abieto-Calamagrostidetum*, plus précisément, dans la sous-association à épicea de cette unité qui occupe les versants sud, surtout ceux des trous à gelées [TREGUBOV (S.) et Divers (1957)].

gonnais... Nous l'avons rencontrée en forêts de Bourg-Saint-Maurice, de Pralognan, en Tarentaise, et dans l'étage subalpin de versant nord des vallons de la Madone, du Boreon, de Mollières, dans les Alpes maritimes, où elle joue un rôle très important.

On constate donc que cette espèce, dont l'aire d'après HEGI (G.) (1906-1957) couvre l'Europe centrale et septentrionale (6) et qui donne sa physionomie au tapis herbacé de certains types de pessières et de pineraies de Pin Cembro intra-alpines (7), est presque partout présente dans les Alpes *internes* françaises.

Sa limite occidentale n'est pas connue avec précision, mais tout porte à croire qu'elle n'atteint pas le massif de Belledonne, puisque nous ne l'avons pas rencontrée dans les pineraies de Pin Cembro de Chamrousse.

Il s'agit donc d'une espèce qui est beaucoup moins localisée qu'*Erica carnea*, mais qui reste intéressante parce que, dans les Alpes, elle ne descend guère en dessous de l'étage subalpin et qu'elle présente, incontestablement, un caractère d'espèce d'Europe centrale.

II.4.3. — L'élément nordique et des hautes montagnes de l'Europe.

On sait que de nombreuses espèces du domaine nordique (région euro-sibérienne de la zone holarctique) se retrouvent dans les hautes montagnes de l'Europe, l'analogie entre flore alpine et flore arctique s'expliquant par l'histoire des glaciations quaternaires.

C'est essentiellement dans l'étage subalpin, à la lisière inférieure du domaine des hautes montagnes, que l'on peut rencontrer les espèces communes à ces deux domaines, puisque l'étage alpin échappe à notre analyse et qu'il n'existe pas, dans notre dition, de tourbières boisées, dont on sait qu'elles servent souvent de refuge à des espèces arctiques.

Si l'on se réfère aux relevés des phytosociologues russes, finlandais et scandinaves [BRAUN-BLANQUET (J.), SISSINGH (G.) et VLIÉGER (J.) (1939)], on constate que de nombreuses espèces circumboréales, liées dans le Nord de l'Europe ou même de la Sibérie à la sous-alliance, *Piceion septentrionale*, se retrouvent dans l'étage subalpin, et même dans l'étage montagnard, de notre haute vallée: il s'agit des *Piroles*, des *Vacciniées*, d'*Arctostaphylos Uva-ursi*, d'*Empetrum hermaphroditum*, de *Peltigera aphthosa*, de *Lophozia lycopodioides*, etc. Par contre, manquent à notre région: *Linnaea borealis* — dont on sait l'extrême rareté en France, alors qu'elle

(6) Sans atteindre les pays scandinaves, toutefois.

(7) de LEIRIS, déjà cité, l'a surtout observée, toutefois, dans les aulnaies vertes.

est relativement commune dans les Alpes centres — et *Trientalis Europaea* (8).

On ne doit pas oublier que deux espèces arborescentes ont une aire typiquement nordique bien que leur plasticité, due à l'existence de races écologiques, soit grande et leur permette de prospérer dans des conditions assez éloignées de celles qu'elles connaissent dans le nord de l'Europe; il s'agit ici de *Pinus silvestris* et surtout de *Picea excelsa*, cette dernière espèce étant moins thermophile et moins « atlantique » que la première. Ces deux arbres forment, dans notre région, d'importants massifs.

Par contre, les forêts résineuses subalpines de la Haute-Maurienne — et elles partagent ce caractère avec les forêts du même type des hautes montagnes de l'Europe — se distinguent de celles du nord du continent ou de la Sibérie, par la présence de *Larix decidua*, *Pinus Cembro* (9), *Pinus uncinata*, *Rhododendron ferrugineum*, etc., que l'on peut considérer comme des endémiques de ce domaine et qui jouent donc le rôle de différentielles.

II.4.4. — L'élément sub-méditerranéen et méditerranéo-sarmatique.

Cet élément comprend les espèces qui, selon la nomenclature de GAUSSEN (H.) (1954) et de GUILLAUME (H.) (1957), dépassent la limite de l'Olivier et parmi lesquelles GAUSSEN (H.) distingue celles qui restent dans la limite du Chêne vert (propéméditerranéennes), celles qui accompagnent l'Alaterne et l'Erable de Montpellier (semi-méditerranéennes), celles enfin qui forment les dernières irradiations, et que le Chêne pubescent pourrait servir à caractériser (laté-méditerranéennes).

Il est bien certain que, s'il fallait faire un inventaire complet des espèces de cet élément qui atteignent le cœur de la Haute-Maurienne, il faudrait ne pas se limiter aux forêts, mais étudier surtout les « garides », où ces espèces trouvent les meilleures conditions, en général, à leur développement. C'est dire que de par la force des choses, notre analyse se trouve quelque peu tronquée.

Parmi les espèces caractéristiques de l'ordre des *Quercetalia pubescentis*, certaines ne paraissent pas atteindre les limites aval de notre dition: telles sont *Inula hirta*, *Veronica teucrium*, *Polygonum dumetorum*, etc.; d'autres s'arrêtent à l'entrée des gorges houillères, dans la zone subbriançonnaise: *Chrysanthemum corymbosum*, *Campanula persicifolia*, *Cephalanthera xiphophyllum*, *Cephalanthera*

(8) Toutes ces espèces, ou presque, sont liées à des sols à humus brut. Elles trouvent donc leur plein développement dans l'étage subalpin où les conditions climatiques sont telles que la minéralisation de l'humus ne s'effectue que très lentement. Il en est de même dans les régions nordiques.

(9) On sait qu'une espèce affine de *Pinus cembro*: *Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr, a une aire nettement distincte en Sibérie, entre l'Oural et le lac Baïkal, à basse altitude [DEBAZAC (E.) (1964)].

pallens, *Viola mirabilis*, *Cephalanthera rubra* (10), etc.; d'autres, par contre, s'enfoncent vraiment au cœur de la zone de sécheresse, telles *Viburnum lantana*, *Amelanchier rotundifolia*, *Laserpitium latifolium*, *Trifolium alpestre*, *Trifolium rubens*, *Trifolium medium*, *Geranium sanguineum*.

Les caractéristiques de l'alliance *Quercion pubescentis*, plus spécialisées sans doute, sont plus rares: nous n'avons jamais rencontré, en effet, ni *Melittis melissophyllum*, ni *Sorbus torminalis*, ni *Bupleurum falcatum*, ni *Rhus cotinus*, etc., alors que *Quercus pubescens* — avec *Acer Monspessulanum*, — forme un petit îlot, sur des rochers permiers particulièrement bien exposés, un peu à l'amont de Modane (11). *Coronilla Emerus*, quand à elle, se rencontre encore, quoique fort rarement, bien au-delà de la limite du Chêne pubescent, dans les bois de Pin sylvestre de Sollières-Sardières (cf. fig. 14).

Si l'on considère, maintenant, les espèces des pelouses maigres des terrains calcaires et marneux du phylum du Chêne pubescent, on constate que les plus plastiques — les caractéristiques de la classe des *Ononido-Rosmarinetea* — sont nombreuses, qui trouvent refuge dans les pineraies xérophiles de notre vallée: il s'agit de *Carex humilis*, espèce méditerranéo-sarmatique très abondante dans un type de pineraie, l'*Ononido-Pinetum*, *Coronilla minima*, *Helianthemum canum*, *Globularia Willkommii*, *Ononis pusilla*, *Fumana procumbens*, *Teucrium montanum*. Sont totalement absentes, par contre, les caractéristiques de l'ordre des *Ononidetalia striatae*, *Anthyllis montana* et *Lavandula vera*, en particulier.

A ces espèces, il faut ajouter *Carex Halleriana*, *Astragalus Monspessulanus* (12), *Ononis rotundifolia*.

Il faut enfin noter que certaines subméditerranéennes rencontrées dans les pineraies de Pin sylvestre du Briançonnais ne s'observent pas dans les pineraies analogues de la Haute-Maurienne: il s'agit d'*Onobrychis saxatilis*, *Astragalus vesicarius*, *Astragalus purpurens* (13).

II.4.5. — L'élément endémique des Alpes occidentales françaises.

En forêt, cet élément se réduit à une seule espèce, *Festuca flavescens*, mais qui joue un rôle très important par son abondance

(10) Nous avons cependant trouvé une petite station isolée de *Cephalanthera rubra*, dans une pineraie de Pin sylvestre, au-dessus de Modane.

(11) Jusqu'à ces dernières années, les derniers chênes pubescents observés étaient ceux de la Buffaz, au-dessus de Saint-Michel-de-Maurienne, à l'entrée des gorges houillères [BARTOLI (Ch.) (1961)].

(12) Ces espèces sont surtout abondantes dans des associations relevant de l'ordre des *Rosmarinetales* (classe des *Ononido-Rosmarinetea*).

(13) Elles caractérisent l'*Onobrychideto-Pinetum* [BRAUN-BLANQUET (J.) (1964)].

et sa localisation écologique — versants frais, du montagnard au subalpin, sur sols à moder.

Très répandue dans les forêts des Alpes maritimes internes (nous l'avons observée dans les sapinières et les pessières et cembraies subalpines des vallons de la Madone, de Salese, de Mollières, du Boréon), elle est en Ubaye [LAVAGNE (A.) (1964)], en Queyras [CARIOT et SAINT-LAGER (1897)], en Oisans [NÈGRE (R.) (1950)], en Briançonnais [CADEL (G.) et GILOT (J.-Cl.) (1963)], dans la vallée de Chamonix [CARIOT et SAINT-LAGER (ibidem)], mais paraît curieusement être absente de la Tarentaise: GENSAC (P.) (1964), ne la cite pas dans les pessières de la Moyenne-Tarentaise et nous ne l'avons pas rencontrée dans des forêts de la Haute-Tarentaise où elle aurait dû, pourtant, se trouver (pessière subalpine de Malgovert, de Sainte-Foye-en-Tarentaise, etc.).

Quoi qu'il en soit, et bien que sa limite occidentale ne soit pas connue avec précision, elle paraît avoir, dans les Alpes françaises, un caractère intra-alpin, comme *Calamagrostis villosa*. Mais, à l'inverse de cette dernière espèce, elle est moins localisée en altitude.

TROISIÈME PARTIE

Les Associations forestières

III.1. — PREAMBULE

Pour mieux comprendre la végétation forestière de la Haute-Maurienne, et singulièrement celle de ses marges — hêtraies et chênaie pubescente — il nous a paru préférable d'analyser d'abord les associations qui y trouvent leur optimum, c'est-à-dire les associations de résineux purs : pineraies de Pin sylvestre, de Pin à crochets, sapinières, pessières, pineraies de Pin Cembro, en y ajoutant une association de feuillus pratiquement inséparable de celles des résineux : l'aulnaie à *Alnus viridis*.

Il sera plus facile d'aborder ensuite l'étude des associations marginales, peut-être plus fortement marquées par l'homme et on verra pourquoi, et d'une plus grande complexité : il s'agit de divers types de hêtraies et d'un type de chênaie pubescente. Ces associations qui se situent aux confins aval de notre dition ont évidemment dans le paysage une place relativement réduite et une importance économique pratiquement négligeable. Elles n'en présentent pas moins un intérêt phytogéographique certain.

III.2. — LES PINERAIES DE PIN SYLVESTRE

On a pu distinguer, de la vallée de l'Ubaye dans les Basses-Alpes, jusqu'à Leoben, dans la haute vallée de la Mür, en Autriche, toute une zone phyto-géographique qui se trouve coïncider avec les parties les plus sèches des vallées intra-alpines et où le Pin sylvestre joue un rôle de premier plan. Cette zone a été précisément appelée la « région du pin » [BRAUN-BLANQUET (J.) et RICHARD (R.) (1949)].

La Haute-Maurienne est évidemment coupée par cette écharpe et présente diverses associations de cette essence, dont nous allons brièvement définir les grands traits.

Trois faits essentiels s'imposent tout de suite à l'observateur :

— le premier, est que ces associations sont étroitement liées à un étage. On ne les observe pratiquement plus au-dessus de 1 700-1 750 m ; c'est dire que leur domaine, selon la nomenclature que nous avons adoptée, est l'étage montagnard.

— le second, c'est qu'elles se rencontrent à toutes les expositions, aussi bien, par conséquent, sur versant exposé au nord que sur celui exposé au sud.

— le troisième enfin, c'est qu'elles s'observent sur toutes les roches-mères, donc sur des types de sols assez variés, *mais avec une restriction importante, toutefois : à exposition nord, en effet, elles se localisent sur les sols carbonatés* reposant eux-mêmes sur des cargneules, des moraines calcaires, etc., laissant la place à la sapinière sur les sols bruns liés aux quartzites, aux schistes lustrés, aux schistes et grès du Houiller ; à exposition sud, au contraire, on les rencontre indifféremment sur schistes lustrés, schistes et grès du Houiller, quartzites, encore que sous forme fragmentaire, car l'homme, dans l'étage montagnard sec, a presque totalement détruit la forêt, sauf sur les cargneules et les gypses, pour y installer ses villages et ses cultures.

On peut donc distinguer *des associations de sols calcimorphes*, qui seront soit xérophiles, soit mésophiles, soit mésoxérophiles et *des associations de sols silicimorphes* (acidiphiles) qui seront uniquement xérophiles puisque localisées sur versant sec, comme il vient d'être dit.

III.2.1. — Les pineraies de Pin sylvestre sur sols calcimorphes.

III.2.1.1. — *La pineraie xérophile à Coronilla minima et Ononis rotundifolia.*

1° *Organisation sociologique et composition floristique - Faciès.*

Ce que nous avons déjà dit lors de l'étude des groupes écologiques xérophiles, nous dispensera de faire ici de longs commentaires.

Dans la strate arborescente, le Pin sylvestre domine de façon absolue; il est quelquefois accompagné du Pin à crochets et de l'Epicéa: ce dernier atteint rarement l'état adulte et se présente toujours sous forme d'individus souffreteux.

Dans les strates arbustives et herbacées, où l'élément « xérophile », pris dans un sens large est pratiquement le seul à être représenté, on peut distinguer plusieurs groupes, dont certains, rappelons-le, ont un caractère « géographique ». Il faut noter, en premier lieu, ceux dont les espèces sont plus étroitement liées que les autres à des sols calcimorphes: les xérophiles d'abord, comme *Coronilla minima*, *Ononis rotundifolia*, *Astragalus Monspessulanus*, etc. toutes subméditerranéennes; les mésoxérophiles ensuite, comme *Sesleria coerulea*, *Calamagrostis varia*, *Melampyrum pratense subsp. alpestre*, etc. qui se retrouveront en grande abondance dans les associations affines du versant est ou nord, c'est-à-dire plus mésophiles.

Dans le reste du cortège des xérophiles et dont l'indifférence à l'égard du chimisme du sol est plus grande, il y a lieu de mettre à part les espèces sud-européennes à affinités « orientales », comme *Polygala Chamaebuxus*, *Carex humilis*, *Astragalus Onobrychis* et les subméditerranéennes comme *Amelanchier rotundifolia*, *Teucrium Chamaedrys*, *Calamagrostis argentea*, *Carex Halleriana*, etc.; le reste du cortège comprenant des médio-européennes, dont certaines à affinités boreo-arctiques comme *Arctostaphylos Uva-ursi*.

C'est, à notre avis, la coexistence de ces deux grands groupes orophile subméditerranéen et sud-oriental, d'une part, et médio-européen et boréal d'autre part, qui donne à la pineraie xérophile euro-alpine toute son originalité.

La présence d'autres groupes qui jouent le rôle de groupes différentiels permet de distinguer trois sous-associations:

— tout d'abord, une sous-association riche en espèces pionniers à *Hieracium lanatum*, *Asperula aristata*, *Fumana procumbens*, etc. qui s'observent sur les sols les moins évolués, les plus squelettiques, les moins riches, par conséquent, en matière organique. Cette sous-association correspond à la phase initiale de l'association.

— une sous-association type, correspondant à la phase optimale de l'association, d'où ont disparu les espèces pionniers et où, corrélativement, sont quelque peu représentées des mésoxérophiles de sols calcimorphes.

— une sous-association, enfin, à *Fagus silvatica*, localisée dans la zone subbriançonnaise, aux confins de l'aire du Hêtre et sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir lors de l'étude des hêtraies.

Les espèces différentielles en sont : *Coronilla Emerus*, *Cephalanthera rubra*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Acer opulifolium*, *Fagus silvatica*... toutes espèces qui s'observent dans les chênaies pubescentes ou dans certaines hêtraies thermophiles proches de ces chênaies. On notera au passage que, dans cette unité, les mésoxérophiles et mésophiles de mull ou de moder calcique sont mieux représentées et jouent ainsi, dans une certaine mesure, le rôle de différentielles.

Il faut mettre l'accent enfin — qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre de ces trois unités — sur la rareté des mousses qui ne s'observent que dans des microstations privilégiées : le pied des arbres, en particulier.

Si l'on se réfère au tableau général d'association — en s'en tenant au seul groupement type — ou au spectre floristico-écologique qui en est l'image (fig. 32), on constate que l'organisation sociologique de la pineraie à *Coronilla minima* et *Ononis rotundifolia* est assez complexe, malgré les apparences. Se trouvent, en effet, réunies sur la même station, des espèces dont les aires possèdent des centres de gravité assez divers : l'étude précise de leur écologie — qui reste à faire — devra donc, là plus qu'ailleurs, se référer tout particulièrement au microclimat des sols où on les observe ; elle permettra, il faut l'espérer, d'accoler des termes plus précis aux termes géographiques ou phytogéographiques que nous avons dû utiliser faute de mieux et de donner ainsi, de l'organisation sociologique de cette pineraie une vue plus fine.

La structure est uniforme. La strate arborescente est le plus souvent régulière (cf. ci-après : caractéristiques sylvoles). *Arctostaphylos Uva-ursi* est presque toujours présente : elle forme soit des taches isolées entre lesquelles s'observent, par petits groupes, *As-tragalus Monspessulanus*, *Ononis rotundifolia*, *Carex humilis*... soit une nappe quasi continue d'où surgissent ces mêmes espèces dont la tendance, même dans ce cas là, est de se localiser dans de petits « vides ».

La strate arbustive est assez lâche, et mis à part les trouées de régénération riches en jeunes Pins sylvestres, elle comprend essentiellement l'Amelanchier et le Genévrier à moitié prostré (forme intermedia).

PLANCHE IV
Les pineraies de Pin sylvestre xérophiles.



La pineraie xérophile à *Ononis rotundifolia* et *Coronilla minima*.
Forêt d'Aussois - Vue d'ensemble.



La pineraie xérophile.
Vue de détail.

2° Identification - Dénomination.

A la suite du dernier travail de BRAUN-BLANQUET (J.) sur la végétation xérophile des vallées intra-alpines (1961), travail qui avait été précédé d'analyses plus fragmentaires (1959), on peut distinguer dans la « région du Pin » quatre associations principales xérophiles de Pin sylvestre, reposant sur sols calcimorphes; ces groupements, dont il faut dire tout de suite qu'ils sont très proches les uns des autres, se caractérisent, chacun, par un cortège de différences géographiques qui va s'affaiblissant, lorsque l'on passe du Briançonnais, à la Maurienne, au Valais, puis à la Styrie; c'est ainsi que dans l'*Onobrychideto-Pinetum* du Briançonnais se rencontrent des méditerranéo-montagnardes assez strictes, comme *Onobrychis saxatilis*, *Daphne Cneorum* subsp. *Verloti*, *Astragalus purpureus*, *Astragalus austriacus* qui disparaissent plus au nord, en Maurienne ou dans le Valais; là, un deuxième groupe composé d'espèces à amplitude écologique plus large: *Coronilla minima*, *Odontites viscosa*, *Ononis pusilla*, et qui s'observait dans la précédente association, permet de distinguer une deuxième association: l'*Odondito-Pinetum*; tandis que l'*Ononido-Pinetum* — troisième association — se différencie surtout négativement, par l'absence des espèces précédemment citées et, positivement, par la présence d'un dernier reliquat de méditerranéo-montagnardes, dont *Astragalus Monspeulianus*, *Ononis rotundifolia*; quant à l'*Astragalo-Pinetum* de la Styrie, il doit son originalité à deux caractéristiques territoriales: *Astragalus vesicarius* subsp. *venostanum* et *Oxytropis Halleri* subsp. *velutinum*.

Où situer, dans cet ensemble, les pineraies xérophiles et neutrophiles de la Haute-Maurienne? Elles ne relèvent pas, indiscutablement, des deux groupements « extrêmes »: l'*Onobrychideto-Pinetum* briançonnais et l'*Astragalo-Pinetum* autrichien; par contre, elles doivent être placées entre l'*Odondito-Pinetum* et l'*Ononido-Pinetum* du Valais. Sans entrer dans des discussions byzantines sur un tel problème de classification, on doit constater que, par *Coronilla minima*, souvent présente, nos pineraies diffèrent quelque peu de l'*Ononido-Pinetum*; elles ne peuvent, par contre, être totalement assimilées à l'*Odondito-Pinetum*, dont elles sont pourtant très proches, car *Odontites viscosa* reste extrêmement rare (1).

Il n'est pas inutile de rappeler ici que les pineraies en cause ont été réunies par BRAUN-BLANQUET dans une alliance spéciale, l'*Ono-*

(1) La présence de cette espèce en Maurienne que HUGUENIN prétendait avoir trouvée à Lanslebourg, était mise en doute par PERRIER de la BATHIE (H.) (1917-1928) qui ne l'avait jamais rencontrée. Nous l'avons observée sur le plateau de Sardières, sur gypse, dans un peuplement rabougri de Pin à crochets, et, en un point de la pineraie de Sollières-Sardières, où, localement, elle était abondante. BRAUN-BLANQUET (J.) l'a également rencontrée au Verney, près de Bramans (1961).

nido-Pinion, apparenté d'abord à l'ordre méditerranéo-montagnard des *Ononidetalia striatae* (1949). Ce dernier classement présentait l'inconvénient de masquer les affinités existant entre ces associations et celles rattachées à l'alliance de l'*Erico-Pinion*, et qui relèvent des *Vaccinio-Piceetalia*. Récemment, BRAUN-BLANQUET a donc modifié son classement primitif pour apparenter l'*Ononido-Pinion* aux *Vaccinio-Piceetalia* (1959). Mais ce classement lui-même n'est pas satisfaisant, puisqu'il fait entrer des associations *neutrophiles*, qu'elles soient xérophiles (*Ononido-Pinion*) ou mésophiles (*Erico-Pinion*), dans un ordre (*Vaccinio-Piceetalia*) et une classe (*Vaccinio-Piceetea*) qui comportent essentiellement des associations *acidiphiles*.

HORVAT (I.) (1959) a supprimé cet inconvénient en créant une nouvelle classe, celle des *Erico-Pinetea* plus homogène, par conséquent, que l'ancienne classe des *Vaccinio-Piceetea*, laquelle subsiste évidemment en gagnant, à son tour, de l'homogénéité.

On notera que cette division est tout à fait comparable, bien qu'il s'agisse d'unités plus vastes, à celle déjà signalée et qui concernait l'alliance du *Fagion*. Nous aurons d'ailleurs l'occasion, *in fine*, de revenir sur ce problème capital de la nomenclature et de la classification.

3° Répartition - Ecologie.

a) Répartition générale.

Qu'il s'agisse de la sous-association vraiment intra-alpine ou de celle qui, dans la zone subbriançonnaise jouxte la hêtraie thermophile et xérophile, le *cercle d'exposition* montre leur étroite localisation quant à l'exposition: dès qu'une inflexion secondaire du terrain permet à des conditions moins xériques de se manifester, les espèces les plus xérophiles disparaissent pour laisser la place à des mésoxérophiles comme *Erica carnea*, etc. (fig. 30).

Dans la zone subbriançonnaise, la pineraie xérophile passe donc, latéralement, à une hêtraie, ou même à une sapinière vraie; plus en amont — les gorges houillères franchies, — elle passe, dans les mêmes conditions, à une pineraie mésophile ou à une sapinière vraie, tandis qu'en altitude, vers 1 750 m, 1 800 m, au maximum, elle laisse la place, dans l'étage subalpin, à des peuplements homologues de Pin à crochets.

b) Climat local et microclimat.

Bien que le poste météorologique d'Avrieux se trouve situé à la limite inférieure de l'association, ses données déjà analysées permettent de se faire une idée assez exacte du climat local régnant au bas de la pineraie sèche en Haute-Maurienne. En rapprochant les deux courbes de précipitations d'Avrieux (1 100 m) et d'Aussois (1 500 m) situés à la même exposition et l'un au-dessus de l'autre,

et en extrapolant linéairement les données jusqu'à 1 750 m, limite de l'étage du Pin sylvestre, on peut donner une assez bonne image des conditions climatiques tout au moins celles concernant les précipitations, régnant dans l'étage montagnard sec (fig. 17).

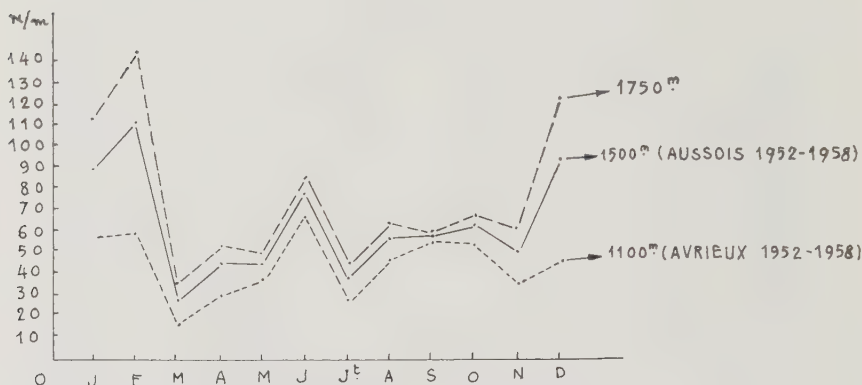


FIG. 17.

Les pineraies de Pin sylvestre - Mésoclimat.

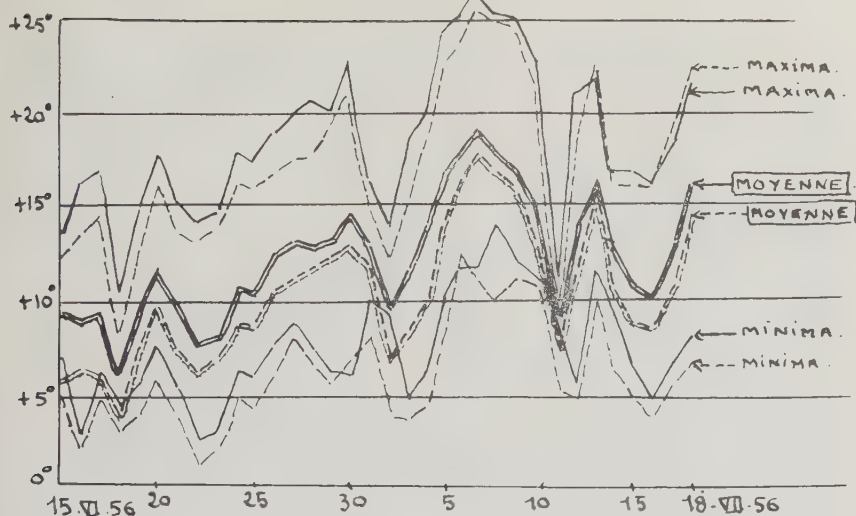
Légende. — A exposition sud, ou sud-est, pour la période 1952-1958, le régime des précipitations dans l'étage du Pin sylvestre est représenté par les courbes ci-dessus, les moyennes annuelles étant les suivantes : Avrieux : 525 mm ; Aussois : 741 mm ; à 1 750 m (par extrapolation linéaire) : 891 mm.

En ce qui concerne le microclimat, plusieurs observations importantes s'imposent. Si l'on compare un individu de pineraie sèche (*Ononido-Pinetum*) à un individu de pineraie mésophile (*Erico-Pinetum*), le premier à altitude de 1 600 m, le second à 1 300 m, on constate que les moyennes de température de l'air dans l'*Erico-Pinetum* sont un peu plus élevées que dans l'*Ononido-Pinetum*, comme on pouvait s'y attendre, puisque l'altitude plus basse joue en faveur, si l'on peut dire, de l'association mésophile ; par contre, et ceci nous paraît tout à fait remarquable, le sol — à — 2 cm — s'avère être, en moyenne, plus chaud, à 1 600 m dans l'*Ononido-Pinetum* qu'à 1 300 m dans l'*Erico-Pinetum*. Et si l'on considère les maximums, pour le sol, il est facile de se rendre compte qu'ils sont plus éloignés l'un de l'autre que ne le sont entre elles les valeurs moyennes (fig. 18).

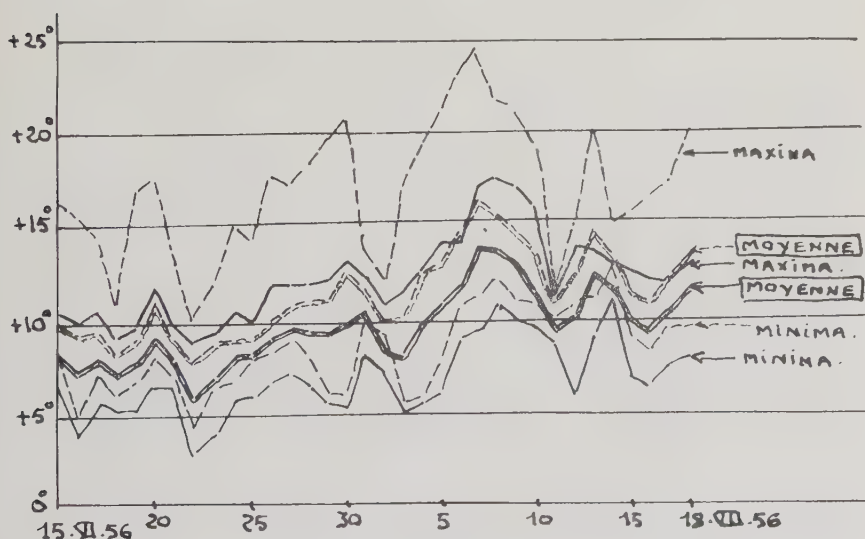
De telles caractéristiques apparaissent encore mieux sur les graphiques concernant un individu de pineraie sèche et un de sapinière, car, dans ce cas, les deux individus se trouvaient situés, à très peu près, à la même altitude (fig. 19).

Autre fait à noter : si la température de l'air — à 1,50 m — présente, dans la pineraie sèche, des oscillations fortes, ces oscilla-

Températures de l'air



Températures du sol.



- - - - Oninido-Pinetum (1 600 m).
 ——— Erico-Pinetum (1 300 m).

FIG. 18.

Les pineraies de *Pin sylvestre* - Microclimat.

Légende. — Les courbes ci-dessus, dessinées à partir de données obtenues dans deux individus de pineraies, l'un xérophile, l'autre mésophile, mais à des altitudes différentes, montrent que la température de l'air, à 1,50 m, est plus élevée à 1 300 m à exposition nord, qu'à 1 600 m à exposition sud.

Par contre, les courbes qui concernent les températures du sol à — 0,02 m, font apparaître le phénomène inverse. La supériorité thermique de l'*Ononido-Pinetum* par rapport à l'*Erico-Pinetum* se traduit donc au niveau du sol, alors même que l'altitude le défavorise.

Températures du sol (Maximums et minimums)

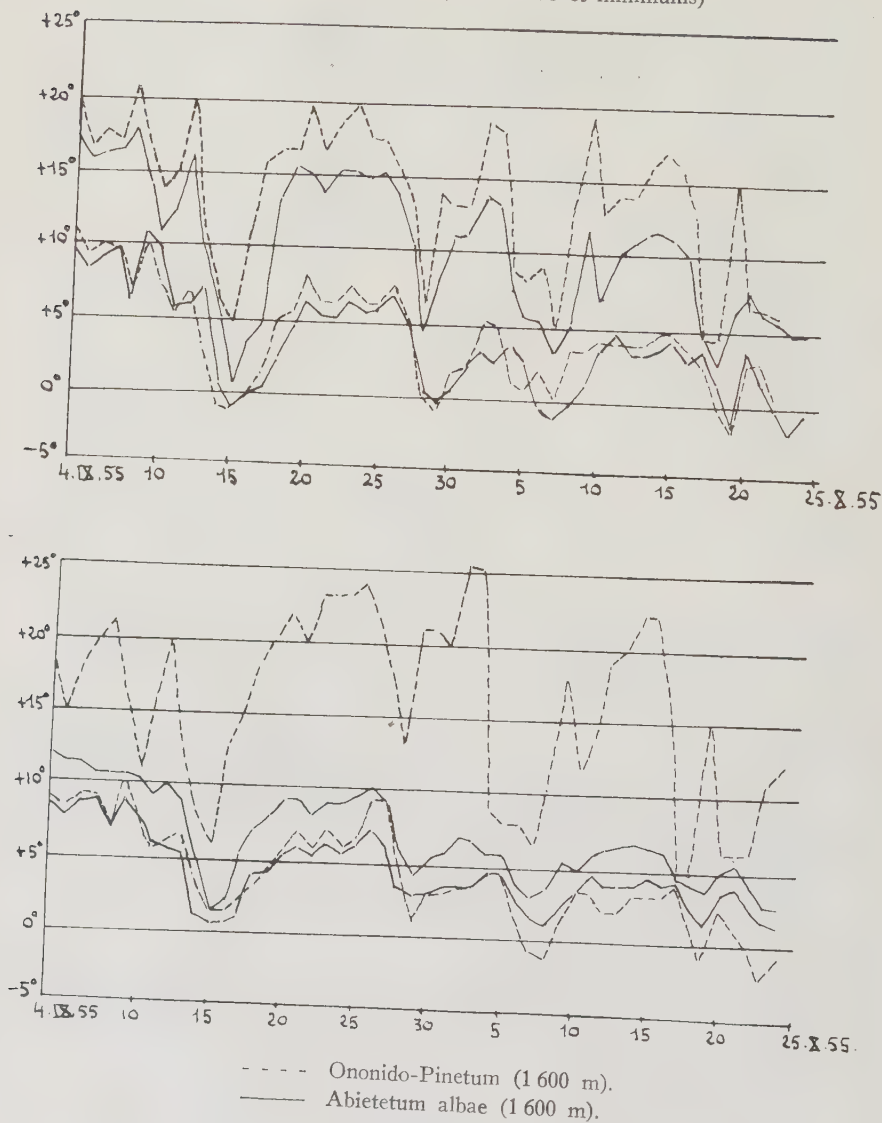


FIG. 19.

Légende. — Si les températures de l'air (à 1,50 m) — maximums et minimums — des deux individus d'associations en cause (*Ononido-Pinetum* et *Abietetum albae*), bien que située à la même altitude, ne diffèrent que peu, celles du sol (à — 0,02 m) sont, par contre très dissemblables. On notera que les températures convergent, les jours pluvieux (15-9-1955 - 17-10-1955).

tions sont comparables à celles de la température de l'air de la pineraie mésophile, et même à celles de la température de l'air de la sapinière; par contre, la température du sol — à — 2 cm — dans la pineraie sèche, présente par rapport à celle des deux autres associations, une originalité certaine: le climat thermique du sol (à — 2 cm) de la pineraie sèche est *très nettement plus brutal* que celui de la pineraie mésophile et plus fortement encore que celui de la sapinière. De telle sorte que, si l'on mettait en parallèle les températures de l'air des trois associations en cause, à même altitude s'entend, il y aurait des différences sans doute, mais elles seraient relativement faibles; par contre, les températures du sol (à — 2 cm) présenteraient entre elles des différences fortes et des plus significatives.

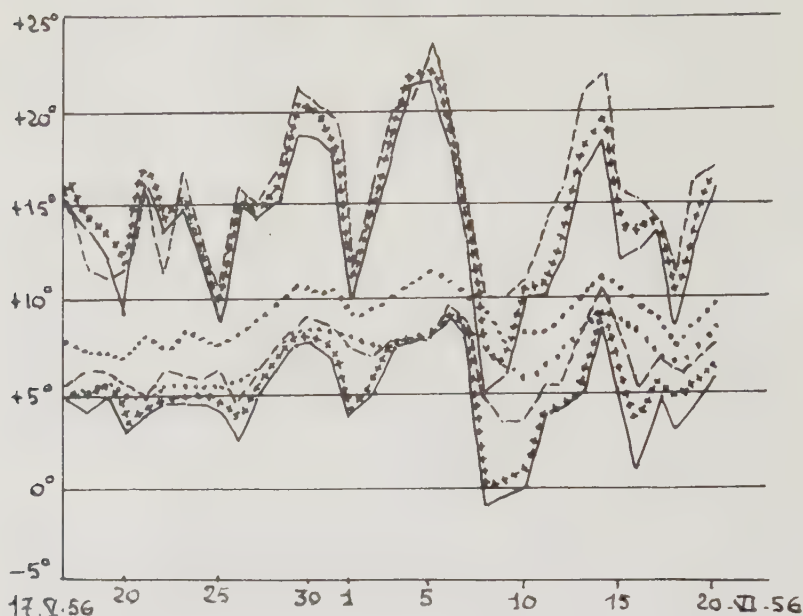
Qu'il s'agisse de régime thermique moyen ou des oscillations journalières de la température, le *microclimat du sol* — dans ses premiers centimètres — de la pineraie sèche, présente des caractères propres qui nous paraissent constituer l'un des traits les plus saillants de toute l'écologie de l'association, et l'on jugera vite de leur importance, si l'on se réfère au fait que c'est au niveau du sol — et dans ses premiers centimètres — que se produisent les phénomènes capitaux de la germination.

Ces résultats viennent confirmer ceux obtenus en Suisse, tout au moins sur l'essentiel, car les conditions d'observation n'ont pas été les mêmes dans les deux cas. Dans le Parc national suisse, en effet, les associations comparées ne sont pas identiques aux nôtres: il s'agit plutôt de vicariants subalpins: d'une part le *Pineto-Caricetum humilis*, d'autre part le *Mugeto-Ericetum* (on dirait, maintenant, selon la nomenclature nouvelle, *Carici humilis Pinetum* et *Erico-Mugetum*); les températures du sol ont été prises à la surface; les individus choisis se trouvaient à la même altitude: 1 900 m. Comme on le voit sur le tableau ci-après, les différences de température au niveau du sol — que nous avons mises en évidence — entre les deux associations, sont beaucoup plus fortes que les différences de température de l'air, à 1,50 m.

	Température moyenne de l'air			Température moyenne au niveau du sol (0 cm)		
	Pineraie	Mugetaie	Δt	Pineraie	Mugetaie	$\Delta t'$
Hiver	2,2°	- 0,6°	2,8°	11°	- 0,3°	11,3°
Printemps	10,5°	9,9°	0,6°	23°	16,5°	6,5°
Été	16,7°	15,1°	1,6°	31,3°	23,4°	7,9°
Automne	15,6°	13,5°	2,2°	26,8°	17,7°	9,1°

Si l'on s'éloigne de la surface du sol, le phénomène s'inverse par contre.

La chute de température est des plus nettes à — 15 cm et ses variations deviennent comparables à celles de la température des horizons superficiels des associations mésophiles (fig. 20).



- - - - - Température du sol à — 0,02 m (max. et min.).
- Température du sol à — 0,15 m (maxi. et min.).
- Température de l'air à + 1,50 m (bax. et min.).
- +++ Température de l'air à + 0,20 m (max. et min.).

FIG. 20.

Les pineraies de Pin sylvestre xérophiles - Microclimat.

Légende. — Bien qu'effectuée sur un laps de temps un peu court pour que l'on puisse en tirer des conclusions fermes, la mesure des températures à différents niveaux, dans un individu de pineraie de Pin sylvestre à *Ononis rotundifolia* et *Coronilla minima*, montre que la température du sol à — 0,02 m, est, dans l'ensemble, plus élevée que celle de l'air, même à + 0,20 m, mais qu'elle s'abaisse sensiblement, en présentant de faibles oscillations journalières, dès que l'on atteint et dépasse une certaine profondeur (— 0,15 m).

Bien que nous n'ayons pu dresser les *profils thermiques* complets des associations comparées, il apparaît très nettement cependant, que l'*Ononido-Pinetum* possède, par rapport à l'*Erico-Pinetum* et l'*Abietetum albae* un profil thermique différent de ceux de ces dernières associations, et ceci tient essentiellement aux *régimes thermiques* qui règnent près de la surface du sol, dans les trois groupements en cause.

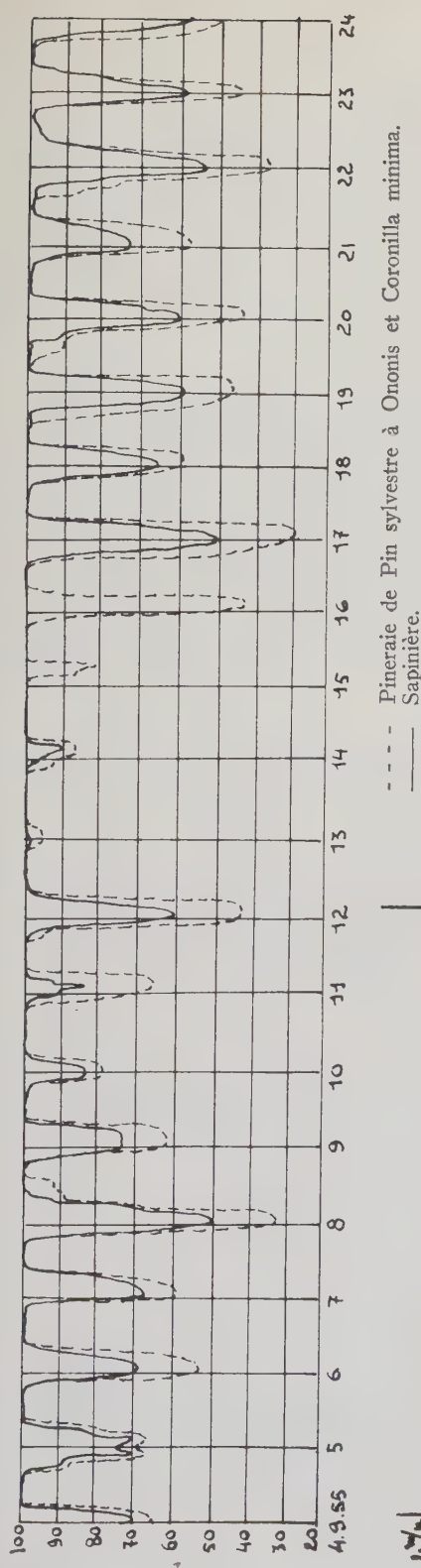
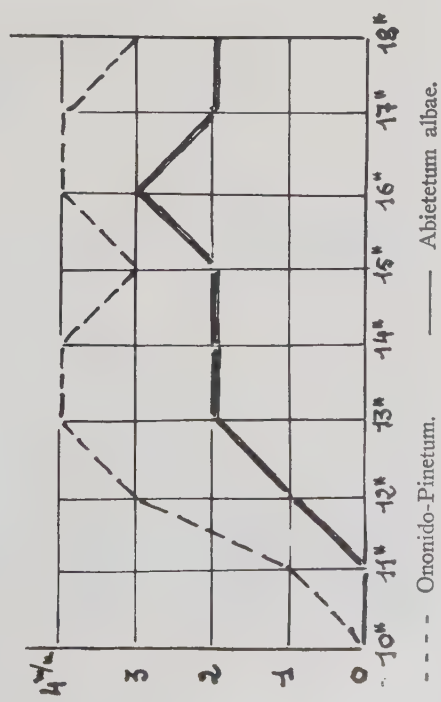


Fig. 21.

Les pîneraies de *Pin sylvestre xérophiles*
Méso et Microclimat.

Légende. — Comme le montre le dessin du haut — reproduction légèrement schématisée des bandes d'hygromètres enregistreurs — le degré hygrométrique, dans la pîneraie de *Pin sylvestre*, descend sensiblement plus bas, au milieu de la journée que dans la sapinière (individus pris à la même altitude: 1 600 m).

Les courbes du bas, obtenues à partir de données fournies par un évaporimètre PICHÉ — le 12 juillet 1957 — viennent confirmer que la pîneraie à *Ononis* bénéficie d'une évaporation plus élevée que celle observée dans la sapinière vraie.



----- Ononido-Pinetum. — Abietetum albae.

De telles différences dans les régimes thermiques s'expliquent évidemment par l'exposition, la pente, etc.; la sécheresse de l'air et celle du sol dont il sera question ci-après, jouent certainement un rôle de premier plan: sur nos courbes, en effet, on constate une convergence des températures des jours de pluie ou simplement couverts. Cette sécheresse — que nous avons traduite par le déficit

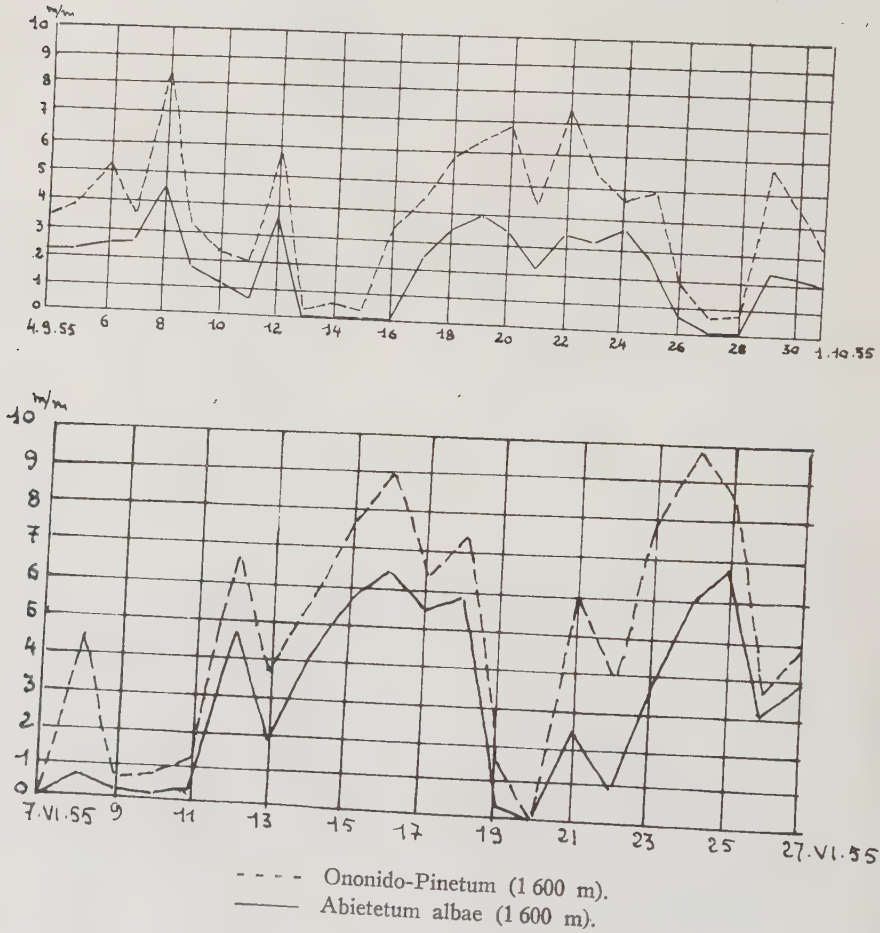


FIG. 22.

Les pineraies de *Pin sylvestre* xérophiles
 Mésoclimat et Microclimat.

Légende. — Comme on le voit sur ces deux schémas, résultant d'expériences faites à des époques différentes, le pouvoir évaporant de l'atmosphère, à 1,50 m, entre 8 et 16 heures, est toujours nettement plus élevée dans l'*Ononido-Pinetum* que dans l'*Abietetum albae*, sauf, évidemment, les jours couverts et, *a fortiori*, les jours de pluie, où se manifeste une convergence.

de saturation à 1,5 m — montre que la pineraie connaît un régime plus xérique que la sapinière ou la rhodoraie à Pin Cembro (fig. 21 - 22 - 23).

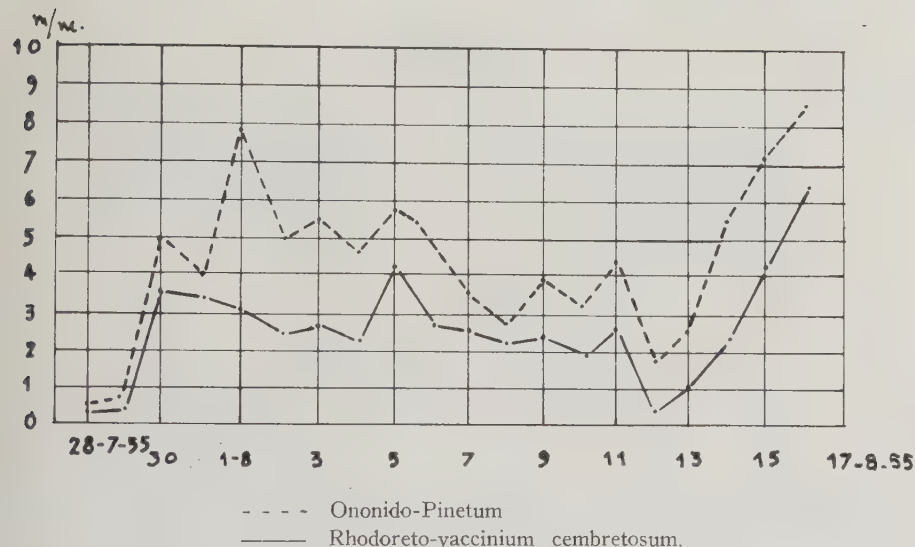


FIG. 23.

Légende. — Bien que la rhodoraie à Pin Cembro soit située à une altitude plus élevée (1950 m) — ce qui la favorise dans le domaine de l'évaporation — la pineraie de Pin sylvestre à *Ononis rotundifolia* (altitude 1240 m) présente, tout de même, un pouvoir évaporant, à 1,50 m (entre 8 et 16 h.), plus élevé et qui est dû à des conditions thermiques nettement plus favorables.

c) Sols.

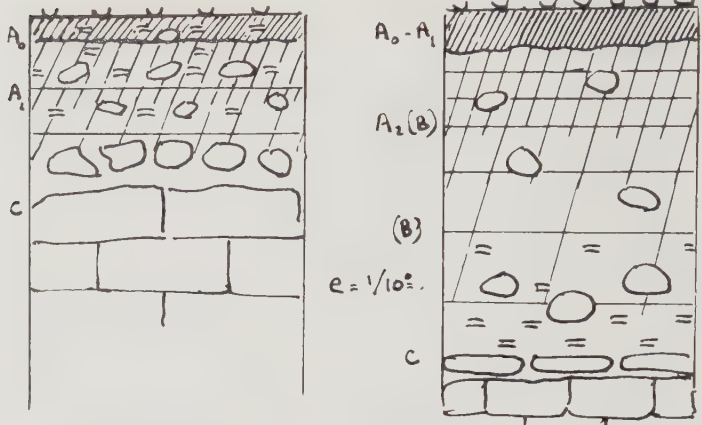
Il ressort de la morphologie des profils et des analyses, que les sols de l'*Ononido-Pinetum* sont, soit des *xérendzines dolomitiques*, en général (sol n° 1), soit des *xérendzines dolomitiques brunifées*, mais à complexe saturé ou proche de la saturation (sol n° 2), (fig. 24).

La texture est limono-argileuse; l'humus est un mull-modér calicé très riche en matière organique; on peut penser que la pente empêche, par érosion, la formation d'un humus brut; tout indique une *vie biologique peu active*: la forte accumulation de matière organique — 52,3 % dans le sol 1, 33,2 % dans le sol 2 — le C/N élevé (33,8 dans le sol n° 1, 26,3 dans le sol n° 2), la structure peu agglomérée, la décarbonatation souvent accentuée des horizons supérieurs. Il faut vraisemblablement attribuer à l'*excès d'insolation et de dessiccation* cette évolution des sols et la légère tendance à l'acidification en surface que l'on y observe. Nous verrons que dans

des associations un peu plus mésophiles — sur même roche-mère — les conditions écologiques permettent une meilleure vie biologique, ce qui entraîne une structure en grumeaux et une carbonatation qui s'affirme jusqu'à la surface.

Ononido-Pinetum

Types de sols



Rendzine jeune
à mull-modér calcique.

Rendzine brunifiée
à mull-modér calcique.

-  Mull-modér calcique.
-  Horizon humifère.
-  Couche organique non ou peu décomposée.
-  Argile.
-  Carbonate de chaux.

Description morphologique (fig. 24).

— Profil n° 1.

A₀ (0 - 3 cm)

- horizon de mull-modér calcique de structure à grains grossiers, brun noirâtre.
- squelette constitué de morceaux de cargneule, correspondant à 30 % du volume total.
- racines nombreuses.

A₁ - C (4 - 15 cm)

- passage brutal à la roche-mère — horizon de couleur brun ocracée; structure particulière à gros grains — squelette formant 80 % du volume total.

— Analyses.

Sol n° 1 - Forêt de Modane.

Plle 5 - Exp. S. - Altitude: 1 460 m - Pente: 40 % - Roche-mère: cargneule.

Relevé floristique n° 11

Horizons	Prof. de prélèv.	pH	Matière organique	C	N	C/N	CO ₃ Ca & Mg total
A ₀	- 3 cm	8,2	52,3	30,7	0,91	33,8	10,6
A ₁ - C	- 15 cm	8,5	8,6				52,6

Sol n° 2 - Forêt d'Aussois

2° série - Plle I - Exp. S. - Altitude: 1 620 m - Pente 40 %

Roche-mère: cargneule.

Pro-fon-deur	Horizons	Prof. de prélèv.	Cailloux	pH	Argile	Limons fins	Limons gross.	Sables fins	Sables gross.
	<u>A₀ - A₁</u>	surface		6,6					
- 5 cm	A ₂ - (B)	- 10 cm	14	7,4	21,2	30,1	15,9	18,1	6,6
	(B)	- 25 cm	24	7,7	15,8	30,5	18,4	14,3	16,7
- 40 cm	(B) C	- 45 cm	51	7,9	7,7	15,5	17,6	37,4	19,3
	Horizons	matière organ.	C	N	C/N	CO ₂ Ca total	CO ₂ Ca actif	Fer libre	
	A ₀ - A ₁	33,2	16,6	0,63	26,3				
	A ₂ (B)	5,6	3,23			traces		1,62	
	(B)	2,5	1,43			5,3	2,1	1,62	
	(B) C	1,7	0,87			42,2	6,7	1,16	
	Horizons	K échang.	Ca échang.	Mg échang.	S	T à pH 7	S/T		
	A ₀ - A ₁	0,70	54	4,35	59,05	53,7	<u>Saturé</u>		
	A ₂ (B)						"		
	(B)						"		
	(B) C						"		

C

— cargneule triasique.

— Profil n° 2.

A₀ - A₁ (0 - 5 cm)

— horizon de mull-modér calcique brun noirâtre — structure sub-grumeleuse, à grains grossiers — limite inférieure nette, très peu de cailloux (5 % environ), racines nombreuses.

A₂ - (6 - 10 cm)

— couleur brun ocracée foncée — structure à grains grossiers.

— squelette constitué de morceaux de cargneule (10 % du volume total).

— racines moins nombreuses.

B (11 - 45 cm)

— même structure — couleur plus claire.

— squelette correspondant à 20 % du volume total.

C

— cargneule triasique.

— *Etat hydrique.*

Nous avons cherché, en outre, à traduire *l'état hydrique du sol* de l'*Ononido-Pinetum*, à l'aide d'un pédohygro-mètre et, en opérant, comme pour l'air, par comparaison.

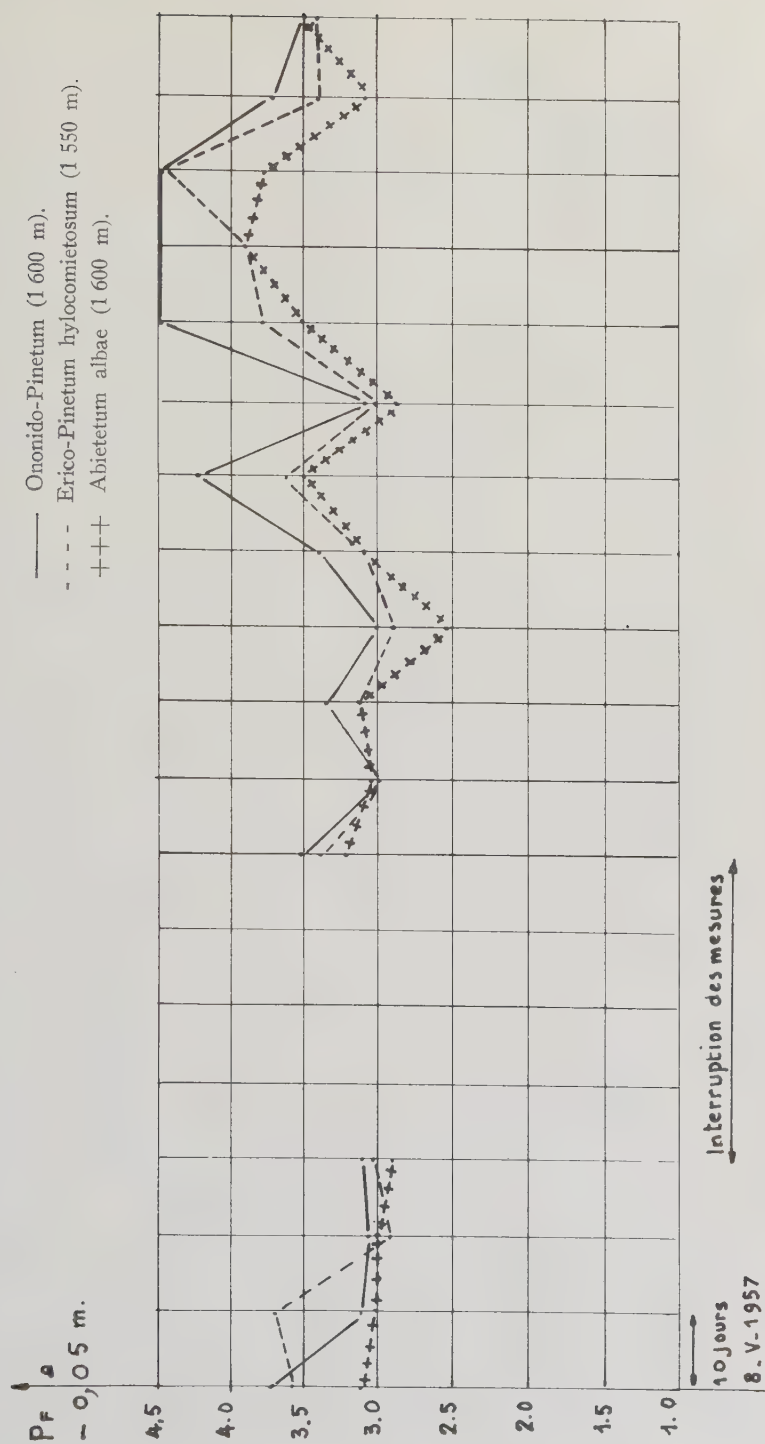
Bien que les mesures n'aient porté que sur une seule saison de végétation (10 mai - 10 novembre 1957) et qu'elles aient été un peu interrompues, en juillet (2), elles nous paraissent pleines de signification (fig. 25).

On constate d'abord, et ce caractère s'est trouvé renforcé en 1957 à la suite d'un été particulièrement humide, que c'est surtout *la sécheresse de fin de saison* qui offre le plus gros intérêt: « en effet, après la fonte des neiges, le sol emmagasine une certaine réserve d'eau en profondeur (plus ou moins importante, suivant les stations) et cette réserve alimente ensuite, par remontée capillaire lente, les horizons de surface, en compensant plus ou moins les pertes par évaporation; jusqu'à ce que survienne une sorte de rupture d'équilibre caractéristique, qui est marquée par une augmentation très rapide du pF » (3).

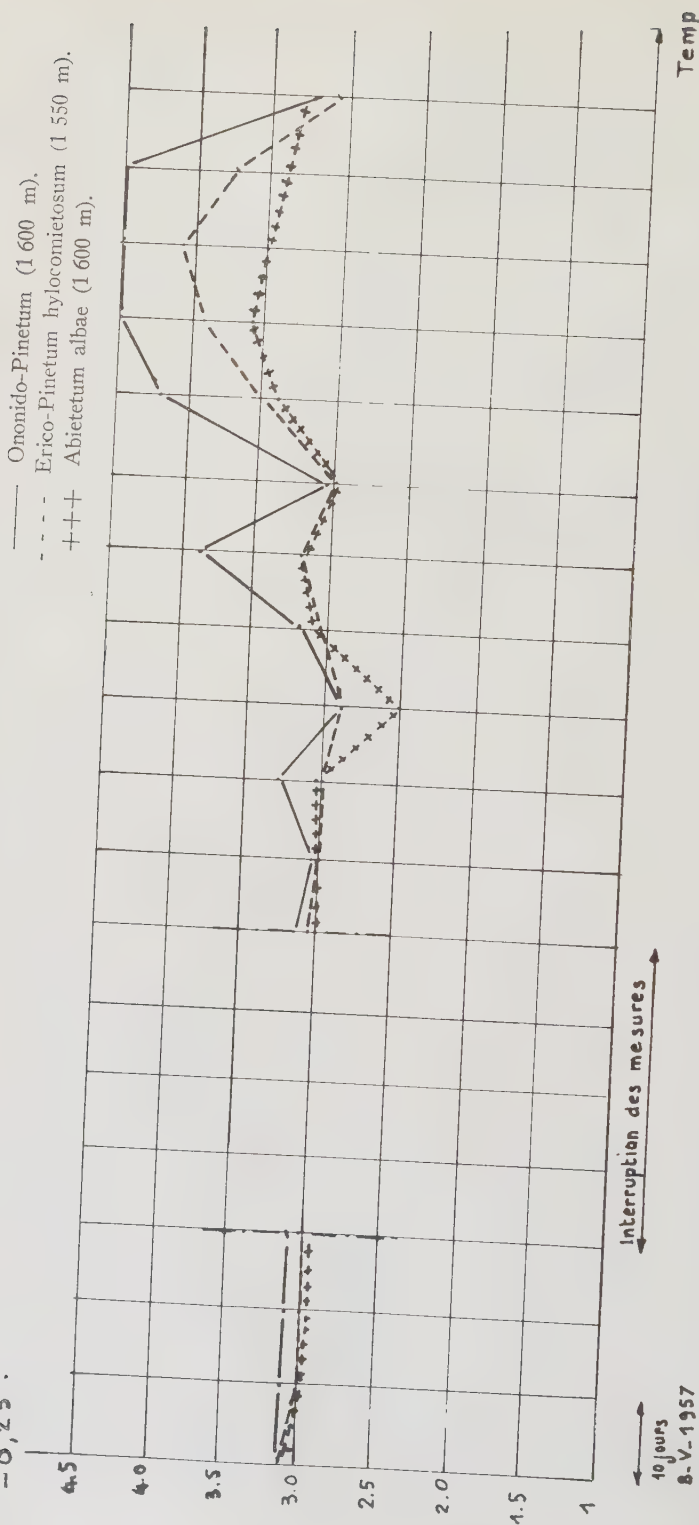
(2) à la suite de la crue dévastatrice de l'Arc qui a coupé certaines voies de communication.

(3) DUCHAUFOUR, *in litteris*.

Fig. 25.
Les pineraies de *Pin sylvestre xérophiles*
Microclimat du sol.



PF à
-0,25 m



Légende. — A -0,05 m, le potentiel capillaire du sol qui traduit la sécheresse de ce dernier, s'est avéré être constamment plus élevé dans la forêt xérophile que dans la pineraie relativement mésophile, tandis que celui de la sapinière vraie était toujours le plus bas. Ces résultats viennent corroborer ceux obtenus à partir des mesures du pouvoir évaporant de l'air. A -0,25 m, la « hiérarchie » des potentiels capillaires est la même qu'à -0,05 m, étant noté que les oscillations d'une période de 10 jours à l'autre sont plus amorties en profondeur que près de la surface.

On constate, d'autre part, qu'en valeur absolue — et qu'il s'agisse du pF de surface (— 5 cm) ou de celui régnant en profondeur (— 25 cm), l'*Ononido-Pinetum* présente une sécheresse du sol constamment supérieure à celles de l'*Erico-Pinetum* et de l'*Abietetum albae*, associations qui seront analysées plus loin. Cette sécheresse chiffrée se conjugue avec celle de l'air et justifie le terme de xérophile, accolé aux espèces qui se trouvent localisées dans ce type de pineraie et, par contre-coup, celui de mésophile accolé aux espèces rencontrées dans des associations plus fraîches.

Chose importante à souligner et qui vient ajouter ses effets à la brutalité du régime thermique du sol déjà analysé, les oscillations du pF sont sensiblement plus accentuées dans la pineraie xérophile que dans celle à *Erica carnea* et mousses ou que dans la sapinière vraie et ceci, aussi bien à — 25 cm qu'à — 5 cm. Le régime hydrique du sol, comme on pouvait s'y attendre, est donc brutal, lui aussi.

III.2.1.2. — La pineraie mésoxérophile à *Erica carnea* et *Carex humilis*.

1° Organisation sociologique et composition floristique - Faciès.

Il s'agit ici d'une association se situant à mi-chemin entre la pineraie xérophile à *Ononis rotundifolia* et *Astragalus Monpessulanus* et la pineraie mésophile à *Erica carnea* et *Hylocomies*. Si nous avons cru devoir en faire une unité autonome, c'est qu'elle couvre des dizaines et des dizaines d'hectares dans des conditions écologiques — et tout particulièrement d'exposition — qui se situent entre celles que connaissent les deux pineraies « extrêmes ».

Le tableau d'association montre que les groupes de xérophiles perdent de leur importance: les xérophiles subméditerranéennes subsistent, dans leur ensemble, mais avec un coefficient d'abondance-dominance sensiblement atténué; il en est de même des xérophiles médio-européennes.

Par contre, les mésophiles de sols calcimorphes sont très nettement mieux représentés: certaines d'ailleurs étaient totalement absentes de la pineraie xérophile comme *Erica carnea*, *Carex alba*... Apparaissent de même, certaines espèces liées à des sols de mullmoder comme *Melanpyrum silvaticum*, *Luzula silvatica* subsp. *Sieberi*; les mousses, enfin (*Rhytidiadelphus triquetrus* tout particulièrement), sont sensiblement plus abondantes.

Le spectre floristico-écologique de ce groupement — que l'on rapprochera de celui précédemment défini (fig. 31) traduit bien le caractère « mixte » de la composition floristique. Est à retenir tout particulièrement la proportion relative d'*Arctostaphylos Uva ursi* et d'*Erica carnea*, qui se trouve être intermédiaire entre les proportions observées dans les deux associations extrêmes (fig. 26 et 31).

PLANCHE V

Pineraie de Pin sylvestre méso-xérophile.



A gauche: Pineraie méso-xérophile à *Erica carnea* et *Carex humilis*. — Vue d'ensemble. Forêt de Sollières-Sardières.

A droite: Cette photo montre la physionomie de détail de la pineraie de Pin sylvestre à *Erica carnea* et *Carex humilis*, qui, à exposition « intermédiaire », fait le passage entre la pineraie franchement xérophile à *Ononis rotundifolia* et *Coronilla minima* et la pineraie relativement mésophile à *Erica carnea* et *Hylocomies*.

Arctostaphylos Uva ursi (1) et *Erica carnea* (2) forment des îlots qui, en général, ne se mêlent pas. Sur des plages nues, se rencontrent les espèces les plus xérophiles: *Ononis rotundifolia* (3), *Carex humilis* (4), *Astragalus Mons-pessulanus* (non représenté). Les mousses sont presque totalement absentes.

Quant à la structure, elle est également caractéristique; au-dessous d'une strate arborescente plus ou moins régulière et d'une strate arbustive en général peu fournie, la végétation s'étend en trois taches principales: *Erica carnea* forme ses propres plages et se trouve rarement mêlée vraiment à *Arctostaphylos Uva ursi*; cette dernière s'étend également en taches à peu près pures, à côté d'*Erica carnea*; les vides entre ces deux espèces sont occupés par *Carex humilis*, *Epipactis atrorubens*, etc. et, d'une façon générale, par les espèces les plus xérophiles (planche V).

Quant à *Vaccinium Vitis Idaea*, elle se trouve surtout localisée au pied des arbres ou sur les emplacements d'anciennes souches — là où une couche A₀ d'humus brut peut se former et se maintenir.

2° Identification - Dénomination.

Parmi les groupements intra-alpins de Pin sylvestre déjà étudiés et qui participent à la fois de types extrêmes: xérophile et mésophile, il y a lieu d'en retenir deux: d'une part la sous-association à *Peucedanum oreoselinum* de l'*Erico-Pinetum*, d'autre part le *Carici humilis Pinetum* [BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.), BACH (R.) (1954)].

Le premier appartient à l'étage montagnard — et même à la base de l'étage montagnard, le second à l'étage subalpin — très exactement, le subalpin inférieur. Comme il y a, entre ces deux unités, de très étroites affinités, il n'est évidemment pas très facile de savoir quelle est la plus proche de notre association mixte. La très grande abondance d'*Erica carnea* dans la première (presque toujours de coefficient 5), fait que notre groupement se rapproche davantage du *Carici humilis Pinetum*, sans cependant lui être identique, évidemment: en effet, certaines espèces suisses sont absentes dans notre dition, comme *Laserpitium Gaudinii* ou y sont d'une rareté extrême, comme *Daphne striata*, *Viola pinnata*. D'autres comme *Saponaria ocymoides*, *Campanula rapunculoides* sont plus fréquentes dans l'association suisse, mais sans être toutefois absentes de la nôtre.

Il nous semble que ce groupement pourrait être dénommé, au moins de façon provisoire: *Ononido-Pinetum ericetosum*.

3° Répartition - Ecologie.

S'observant entre 1 200 et 1 800 m au maximum (4), notre association occupe donc l'étage montagnard; elle est relayée plus haut — c'est-à-dire dans l'étage subalpin — par une association vicariante de Pin à crochets; le cercle d'exposition montre qu'elle laisse

(4) Cette altitude inférieure à 1 200 m s'explique par le fait que, lorsque les conditions écologiques permettent l'installation de l'association — au delà d'Avrieux —, le fond du talweg atteint cette altitude.

la place, latéralement, soit à l'*Ononido-Pinetum*, lorsque les conditions deviennent plus xériques (exposition plein sud ou sol vraiment superficiel), soit à l'*Erico-Pinetum*, lorsque, au contraire, les conditions écologiques deviennent plus humides et plus fraîches (exposition nord) (fig. 31).

Bien que nous n'ayons pas fait de mesures microclimatiques dans cette association, on peut penser que, toutes choses égales d'ailleurs, elle connaît des conditions climatiques intermédiaires entre celles des pineraies que nous avons déjà qualifiées d'extrêmes.

Les sols. — Il résulte de nos observations que l'on a affaire à des rendzines, parfois légèrement brunifiées, mais qui présentent, dans l'ensemble, des conditions biologiques meilleures que celles rencontrées dans l'*Ononido-Pinetum*. Dans l'exemple ci-après, qui correspond à une rendzine évoluant vers un sol brun, sous un horizon A_0 de très faible épaisseur — et dont la présence s'explique par la pente qui est de 15 % seulement — l'horizon A_1 possède un C/N sensiblement plus bas (18,4) que celui rencontré précédemment (26,4); d'autre part, la décarbonatation est moins accentuée, puisque $CO_3\ Ca$ s'observe dès la surface — à l'état de traces, il est vrai.

Forêt de Sollières-Sardières - 2^e série - Parcelle 0

Exp. S-SE - Alt.: 1460 m - Pente: 25 %

Roche-mère: cargneules et maraines calcaires

Relevé floristique n° 9

Pro- don- neur	Horizons	Prof. de prélèv.	Cailloux	pH	Argi- le	Limons fins	Limons gross.	Sables fins	Sables gross.
- 1,5	A_0	- 1 cm		7,0					
- 16,5	A_1/A_2	- 10 cm		7,7					
- 36,5	(B)	- 25 cm	18	7,9	11,0	18,3	15,0	25,6	28,1
	(B)/C	- 40 cm	54	7,9	5,1	5,8	11,1	27,0	50,0
	Matière Organi.	C	N	C/N	$CO_3\ Ca$ total	$CO_3\ Ca$ actif	Fer libre		
A_0	51,7	25,83	0,80	30,0	traces				
A_1/A_2	11,8	5,90	0,32	18,4	9,4	3,7	1,16		
B	1,4	0,83			11,2	1,8	1,14		
B/C	0,5	0,32			42,2	2,2	0,52		

III.2.1.3. — *La pineraie mésophile à Erica carnea et Hylocomies.*

1° *Organisation sociologique et composition floristique.*

Du point de vue floristico-écologique, cette association se trouve caractérisée à la fois par l'absence à peu près totale de certaines xérophiles et par la présence, en grande abondance, de mésophiles de sols calcimorphes, dont *Erica carnea*.

En effet, les xérophiles subméditerranéennes comme *Astragalus Monspensulanus*, *Ononis rotundifolia*, etc. disparaissent presque complètement; seul subsiste avec une certaine constance: *Amelanchier rotundifolia*; les xérophiles médio-européennes — plus plastiques à l'égard de la sécheresse que les précédentes — sont encore représentées, mais avec une constance, et surtout une abondance-dominance, nettement plus faibles que celles qui étaient les leurs dans l'*Ononido-Pinetum*.

Par contre, les mésophiles des sols calcimorphes forment un bon noyau: en tête, *Erica carnea*, espèce d'Europe Centrale, typiquement intra-alpine, qui trouve dans une telle pineraie — et dans son vicariant subalpin à Pin à crochets — un développement considérable; puis *Melampyrum pratense* subsp. *alpestre*, *Carex alba*, *Sesleria coerulea*, *Valeriana montana*, *Carex glauca*, *Calamagrostis varia*, etc.

On notera aussi la relative abondance d'espèces que l'on retrouvera dans la sapinière, comme *Melampyrum silvaticum*, *Luzula silvatica* subsp. *Sieberi*, et qui, bien que certainement plastiques à l'égard du chimisme du sol, trouvent leur optimum sur des sols de mull-modér forestier.

La strate muscinale, enfin, est très vigoureuse et comprend des espèces pour la plupart indifférentes, comme *Rhytidiadelphus triquetrus* et *Hylocomium proliferum* (syn. *H. splendens*).

Une petite observation est à faire concernant la composition floristique: *Vaccinium Vitis idaea*, caractéristique d'humus brut, relativement xérophile, et *Hypnum Schreberi*, caractéristique d'humus brut également, mais moins orophile, s'observent souvent dans l'association. D'une façon générale, elles se rencontrent au pied des arbres ou sur l'emplacement de souches — totalement recouvertes — là où l'acidification est la plus forte.

Le spectre floristico-écologique — qui traduit de façon imagée l'organisation sociologique de l'association — permet de bien saisir les différences essentielles qui la séparent des associations affines de Pin sylvestre (fig. 31). Là encore, la proportion relative d'*Erica carnea* et d'*Arctostaphylos Uva ursi* constitue un indice intéressant (fig. 26).

La structure n'est plus aussi complexe que celle des associations précédemment étudiées: elle est du type continu, du moins dans son ensemble: *Erica carnea* en effet, forme une nappe dense, pres-

que sans trous, avec les *Hylocomies*; en émergent quelques arbustes comme *Amelanchier rotundifolia*, *Cotoneaster tomentosa* et, évidemment, les arbres, c'est-à-dire d'abord les Pins sylvestres en nette majorité, puis quelques Epicéas dont la forme et la vigueur sont supérieures à celles des Epicéas de l'*Ononido-Pinetum*, enfin de

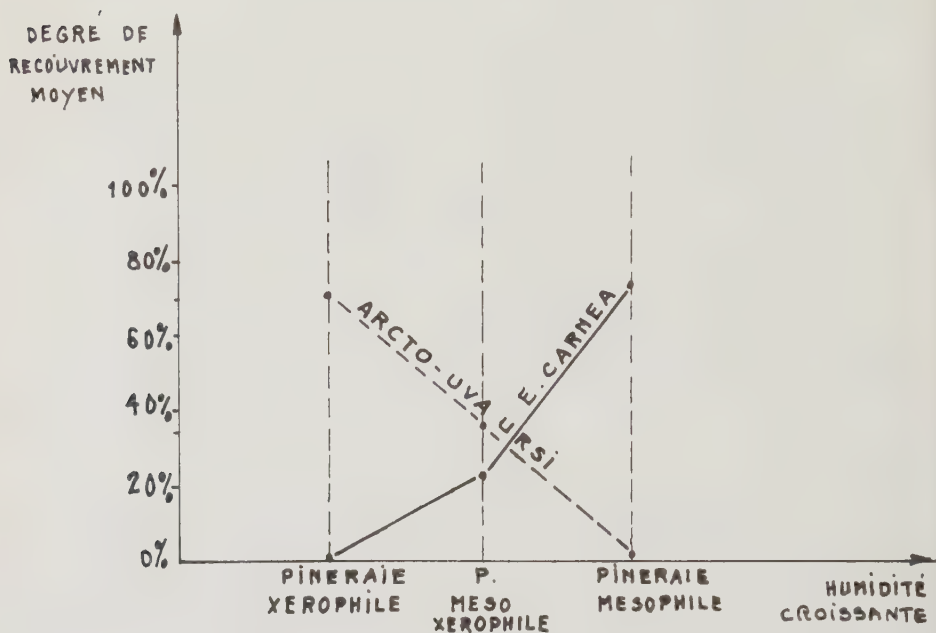


FIG. 26.

Légende. — Le schéma ci-dessus obtenu à partir de nombreux relevés, montre nettement que la Busserolle est sensiblement plus xérophile que la Bruyère carnée, la première connaissant une exubérance marquée à exposition sud, la seconde à exposition nord.

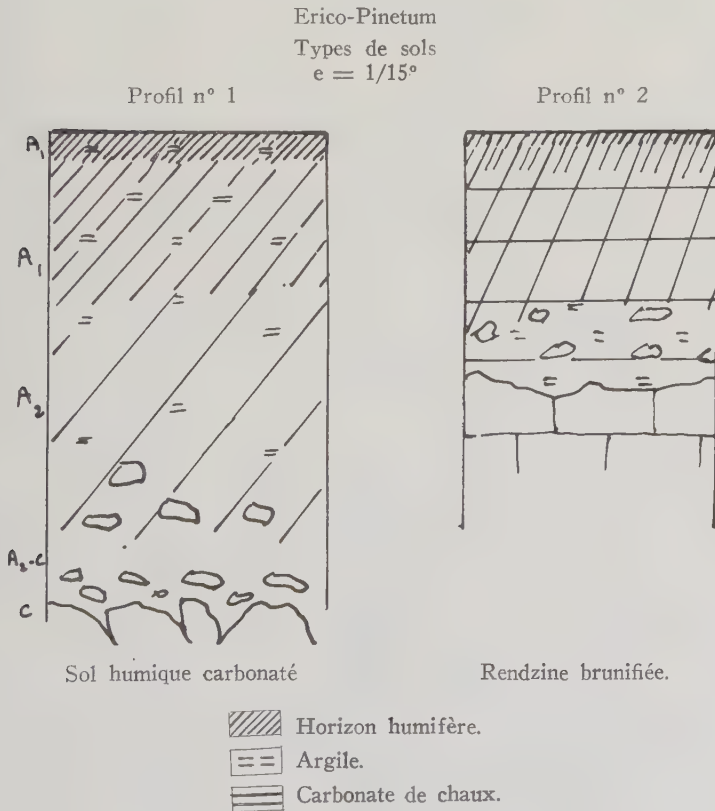
rare's Sapins dont la présence est tout de même à relever: il s'agit le plus souvent de jeunes individus qui appartiennent pour la plupart encore à la strate arbustive.

2° Identification - Dénomination.

C'est, évidemment à l'*Erico-Pinetum hylocomietosum* décrit en Suisse, pour la première fois, et où on le rencontre dans toutes les vallées intra-alpines (Rhin, Inn, Rhône) que doit être identifié notre groupement (ancienne appellation: *Pineto-Ericetum hylocomietosum* Br. Bl. 1939 - BRAUN-BLANQUET (J.), SISSINGH (G.) et VLIEGER (D.) (1939).

3° Répartition - Ecologie.

Apparaissant un peu au-delà de Modane et coïncidant avec une partie de l'aire d'*Erica carnea* (5), la pineraie à *Erica carnea* et *Hylocomies* obéit à une triple localisation: son étage est l'étage montagnard; elle s'observe uniquement sur sol calcimorphe, et ce, à exposition fraîche: nord ou est. Et encore, doit-on apporter quelques nuances: sur roche-mère gypseuse, lorsque l'érosion rajeunit sans cesse le sol, le Pin sylvestre, dans son étage, est totalement remplacé par le Pin à crochets. Si donc l'on se rappelle que, sur versant nord, la nappe des schistes lustrés descend presque jusqu'au fond du talweg, ne laissant aux gypses et aux calcaires que le golfe qui s'épanouit entre Bramans et Termignon; si l'on tient compte de l'importance du gypse dans ce golfe, et du fait qu'il est



(5) *Erica carnea* se développe aussi, dans l'étage subalpin, comme on le verra, où elle s'associe au Pin à crochets.

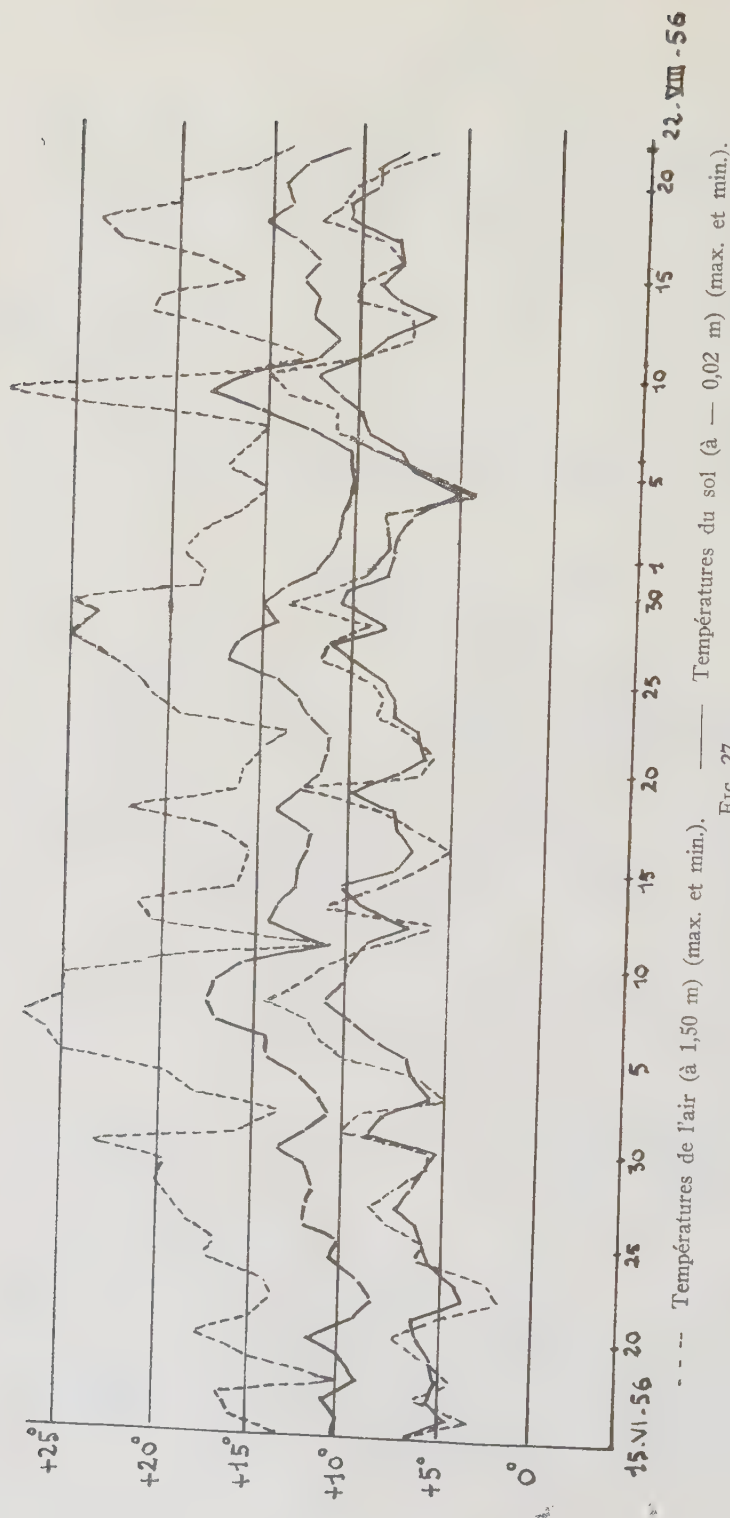


Fig. 27.

Les pineraies de Pin sylvestre mésophiles - Microclimat
 Légende. — Alors que, dans l'*Ononido-Pinetum*, les températures de l'air — à 1,50 m — et surtout celles du sol — à — 0,2 m — connaissent de fortes oscillations (fig. 19), on constate que, dans l'*Erico-Pinetum* (fig. ci-dessus), ces oscillations sont plus amorties, surtout celles de la température du sol.

partiellement recoupé par l'étage subalpin où règne le Pin à crochets qu'il s'agisse de gypse ou non, on concevra qu'en définitive, les peuplements de Pins sylvestres à *Erica carnea* et *Hylocomies* soient relativement rares et, en tout cas, beaucoup moins étendus que les peuplements mésoxérophiles où voisinent *Erica carnea*, *As-tragalus Monspessulanus*, *Carex humilis*.

L'analyse microclimatique que nous avons faite au sujet de l'*Ononido-Pinetum* et où nous avons comparé un individu de cette association et un de l'*Erico-Pinetum*, nous dispensera de longs développements. Nous avons vu que ce qui caractérisait le microclimat de l'*Erico-Pinetum* se situait au niveau du sol : ce dernier apparaît, pendant la belle saison tout au moins, comme *sensiblement plus froid que l'air qui le surmonte et ses oscillations thermiques journalières sont nettement plus amorties que celles de l'air* (fig. 27).

Les sols. — Dans l'*Erico-Pinetum*, les sols, d'après nos observations, sont dans l'ensemble des *rendzines*, dont certaines ont une tendance plus nette encore que dans les groupements précédents à évoluer vers des sols bruns.

Un exemple de sol typiquement carbonaté est fourni par un individu d'*Erico-Pinetum* en forêt de Villarodin-Bourget, tout à fait particulier, puisque développé sur gypse. C'est la grande profondeur du sol (près de 1 m) qui explique, à notre avis, la disparition du Pin à crochets sur une telle roche-mère (dès que le gypse affleure, dans l'ensemble du groupement, le Pin à crochets apparaît aussitôt).

Il s'agit d'un sol humique carbonaté dont nous donnons ci-après la description morphologique et une analyse sommaire.

Description morphologique (fig. 28).

— Profil n° 1.

A₁ surface (0 - 5 cm)

- horizon de mull calcaire, très noir, structure à grumeaux, arrondis de 1 à 4 mm. Feutrage dense de racines.

A₁ profond (6 - 20 cm)

- horizon gris — structure à grains grossiers. Lacis de racines beaucoup moins dense.

A₂ - C (vers 90 cm)

- horizon blanchâtre, couleur du gypse
— Pas de structure nette — squelette abondant (80 % du volume).

C

- gypse.

Forêt de Villarodin-Bourget

1^{re} série - Exp. N - Alt. 1300 m - Roche-mère: gypse - Pente 50 %
Relevé floristique n° 19

Prof. de prélèv.	Horizons	pH	Mat. organ.	C	N	C/N	CO ³ Ca	CO ³ Mg	SO ⁴ Ca anhydre
- 5 cm	A ₁	7,8	25,6	15,06	0,70	21,5	6,6	6	C
- 20 cm	A ₁	8	6,5	3,87	0,21	18,4	21,4	12	C
- 35 cm	A ₂	8,2	5,1	3,01			19,4	14,2	Traces
- 90 cm	A ₂ - C	8					9,4	6,3	40 (1)

(1) gypse: environ 50 %.

En forêt de Sollières-Sardières, sur moraine calcaire et sur plus faible pente, l'évolution vers un sol brun, par contre, est des plus nettes, comme le montre, en particulier, la décarbonation de la partie supérieure du profil — jusqu'à 15 cm — dont l'analyse sommaire est donnée ci-après.

— Profil n° 2.

A₁ [surface (2 cm)]

— horizon très mince, humifère, brun noirâtre à petits grumeaux de 1 à 2 mm. Feutrage très dense de racines d'*Erica carnea*.

A₂

— structure à petits grumeaux argilo-humiques — horizon de couleur brune — texture limono-argileuse.

(B) (non analysé)

— petits fragments de calcaires et de schistes noirs triasiques — couleur brune.

Forêt de Sollières-Sardières

2^e série - Plle S - Exp. N - Alt. 1450 m - Pente 20 %
Relevé floristique n° 20

Profondeur	Horizons	Prof. de prélèvem.	pH	C	Mat. organ.	N	C/N	Ca. ++ échang. (1)	Co ³ Ca
- 3cm	A ₁	- 2 cm	6,6	13,6	23,2	0,56	24,4	31,2	C
- 20cm	A ₂ - (B)	- 15 cm	6,9		5,1			17	O

(1) en milliéquivalents pour 100 g.

— *Etat hydrique.*

Les courbes, déjà commentées, montrent que l'*état hydrique* du sol de l'*Erico-Pinetum*, s'il se situe entre ceux de l'*Ononido-Pinetum* et de l'*Abietetum albae* se rapproche davantage de l'état hydrique de cette dernière association; ceci ne nous paraît pas étonnant, si l'on se réfère au fait que, dans les deux cas, les expositions sont identiques; la différence s'explique, à notre avis, par des différences de granulométrie; d'après ce que nous avons pu constater, le sol de l'*Erico-Pinetum* est toujours plus riche en cailloux, donc mieux drainé et un peu plus chaud, ce qui entraîne une évaporation plus intense.

III.2.2. — **Les pineraies de Pin sylvestre acidiphiles.**

Sur roche-mère silicatée et sur versant nord, la pineraie est pratiquement absente et se trouve remplacée par la sapinière.

Il n'en est pas de même sur versant sud, où elle a dû occuper une place importante dans toute la partie supérieure de la vallée, c'est-à-dire à partir de St-Michel-de-Maurienne. Mais l'influence humaine a été telle qu'il n'en subsiste plus que quelques lambeaux le long des gorges Houillères, et que le seul peuplement important s'observe dans le synclinal géologique de Chavières, *sur quartzites triasiques très superficiels*, ce qui donne d'ailleurs à ce peuplement une composition floristique assez originale.

Cette localisation étroite explique que les peuplements de Pin sylvestre acidiphiles soient moins variés que leurs homologues des sols calcimorphes, et que l'on ne doive parler que d'une association en distinguant au besoin des sous-unités.

1° *Organisation sociologique et composition floristique.*

Sur le tableau d'association, est mis en évidence un premier groupe d'*espèces acidiphiles de sol à moder*, qui ne figurait pas dans les tableaux des autres pineraies, et qui peut d'ailleurs être scindé en trois parties: le noyau principal est constitué par des espèces telles que: *Deschampsia flexuosa*, *Phyteuma betonicifolium*, *Hieracium picroides*, *Veronica officinalis*, etc. Quant aux deux autres noyaux, ils permettent de différencier des sous-associations:

- le premier, avec *Minuartia laricifolia* et *Sempervivum arachnoideum*, correspond au groupement le plus xérophile, sur ranker à moder,
- le second s'observe sur un sol plus profond et dans des conditions moins xériques. Il comprend essentiellement des caractéristiques d'humus brut, dont *Vaccinium Vitis idaea*, qui joue le principal rôle et *Vaccinium Myrtillus*.

PLANCHE VI
Le Deschampsio-Pinetum



Légende. — Sur quartzites, la pineraie xéro-calciphile laisse la place à une pineraie à *Deschampsia flexuosa* et *Minuartia laricifolia* (*Deschampsia-Pinetum* de BRAUN-BLANQUET).

La couverture végétale est très faible (moins de 40 %) car la pente est très forte.

L'ombre portée des fûts et des feuillages des Pins empêche quelque peu de voir les touffes de la Canche flexueuse.

Sur la vue de détail du haut, apparaît nettement une belle touffe de *Minuartia laricifolia*; en haut, à gauche, *Semprevivus arachnoideum*; par places, *Hieracium Peleterianum*.

Il est intéressant de noter, dans ce groupe des acidiphiles, *Galium rotundifolium* qui, en Haute-Maurienne, est extrêmement rare. Nous ne l'avons, en effet, jamais rencontré dans les associations mésophiles, qu'il s'agisse de la sapinière ou de la pessière subalpine, mais nous l'avons quelquefois observé — deux ou trois fois peut-être — dans les parties les plus fraîches de la pessière subalpine à *Vaccinium Vitis idaea*. Il est donc curieux d'en trouver quelques petites taches dans cette pineraie, alors qu'il s'agit d'une espèce plutôt mésophile, qui trouve son plein développement dans certaines sapinières (6).

A ce groupe des acidiphiles qui est évidemment le groupe caractéristique de l'association se joint un vaste ensemble de xérophiles assez indifférentes au chimisme du sol, et où il nous a paru utile de distinguer les subméditerranéennes d'une part, et les médio-européennes, moins thermophiles, de l'autre.

Le spectre floristico-écologique traduit, une fois de plus, l'organisation sociologique de l'association qui se trouve rappeler, par bien des côtés, l'*Ononido-Pinetum*, mais qui en diffère toutefois, par son noyau d'espèces acidiphiles (fig. 31).

La structure des strates herbacée et arbustive est assez diffuse; le degré de couverture est, dans l'ensemble, faible et les taches d'*Arctostaphylos Uva ursi* toujours disjointes, entre les touffes de *Deschampsia flexuosa*.

2° Identification - Dénomination.

Jusqu'au très récent travail de BRAUN-BLANQUET, déjà signalé (1961), aucune association de Pin sylvestre parmi celles décrites dans les Alpes, ne semblait s'identifier à la nôtre. AICHINGER (L.) (1952) avait bien analysé des pineraies acidiphiles, mais il s'agissait, soit d'associations plus ou moins transitoires, proches des chênaies dégradées (*Quercus-Betuletum*) et riches en espèces des landes médio-européennes, soit d'associations de Pins de marais proches de l'aulnaie glutineuse (« *Pinetum silvestris paludosum turfosum* »). C'était finalement l'association décrite par BRAUN-BLANQUET sous le nom provisoire de *Piceetum subalpinum pinetosum* (1954) qui paraissait la plus proche de celle qui nous occupe par l'abondance de *Vaccinium Vitis idaea*, et la présence d'autres espèces acidiphiles telles : *Deschampsia flexuosa*, *Laserpitium Halleri*... Depuis, BRAUN-BLANQUET a donné une brève description (1961) d'une pineraie appelée par lui *Deschampsio-Pinetum* et observée dans la région de Briançon, en France, de Salbertrand et de Fenestrelle en Italie

(6) *Galium rotundifolium*, aux marges de son aire, se localise sur moder; au centre de son aire, il paraît plus plastique, d'après ce que nous avons pu observer dans le Vercors et le Trièves.

et qui, comme le montre le relevé ci-après pris au Villard-Laté, entre Briançon et le Monetier, est tout à fait comparable aux nôtres.

5. <i>Pinus silvestris</i>	+ <i>Fragaria vesca</i>
1. <i>Deschampsia flexuosa</i>	+ <i>Viola silvestris</i>
1. <i>Minuartia laricifolia</i>	+ <i>Pimpinella Saxifraga</i>
+ <i>Trifolium alpestre</i>	+ <i>Veronica officinalis</i>
+ <i>Antennaria dioica</i>	+ <i>Phyteuma betonicifolium</i>
+ <i>Juniperus communis</i>	+ <i>Hieracium murorum</i>

3° Répartition - Ecologie.

La pineraie acidiphile que l'on observe en Haute-Maurienne dans l'étage montagnard jusqu'à la limite du subalpin, sur versant sud et sur roches-mères pauvres en bases — grès et schistes du Houiller, schistes métamorphiques, quartzites du Trias — se trouve, de ce fait, localisée le long des gorges houillères, entre St-Michel-de-Maurienne et Modane, et un peu au-delà, jusqu'à la cascade St-Benoît. Plus à l'amont, en effet, ce sont les cargneules, les gypses, les calcaires, puis les schistes lustrés — eux-mêmes plus ou moins carbonatés — qui relaient les roches vraiment silicatées.

Or, si l'homme n'a pu coloniser que très partiellement la zone des cargneules et des calcaires, au relief souvent heurté et particulièrement peu propice à la culture, et a, de ce fait, permis à la forêt de sol calcimorphe de se maintenir sur d'assez grandes surfaces, il a, par contre, occupé presque totalement l'étage montagnard, de l'« Endroit », non seulement le long des gorges houillères, mais au-delà, autour du village du Bourget, où les quartzites triasiques se trouvent très souvent recouverts de placages morainiques. On conçoit dès lors que la pineraie acidiphile soit très peu représentée et s'observe, au bas de la pessière subalpine sèche, dans les rares endroits, où le relief, les éboulis ont empêché tout défrichement. Il est tout de même une exception à cet état de fait, on l'a vu : dans le synclinal géologique de Chavière, au droit de Modane, des quartzites très redressés sont occupés par la forêt presque jusqu'au talweg : ils portent la pineraie à *Minuartia laricifolia* et *Sempervivum arachnoideum*.

Nous n'avons pu, pour des raisons déjà dites, étudier le micro-climat de la pineraie acidiphile. On doit penser qu'il n'est pas très éloigné de celui des autres pineraies situées dans des conditions d'exposition analogues.

Les sols, par contre, présentent des caractères propres. L'analyse du ranker, portant la pineraie à *Minuartia laricifolia*, montre qu'il s'agit d'un sol sans carbonates, à pH particulièrement bas, et où la quantité de calcium échangeable est beaucoup plus faible que celle des sols précédemment étudiés. L'humus est du type *moder*, à structure particulière, riche en grains de quartz nus, et dont le rapport C/N : 19,7, est comparable à celui d'un mull (fig. 29).

Description morphologique (fig. 29).

A₁ (0 - 4 cm)

- Moder brun noirâtre, de structure particulière avec très nombreux grains de quartz nus. Transition nette avec l'horizon (C).

(C) (5 - 8 cm)

- Roche-mère en décomposition. Squelette représentant 80 % du volume total; le reste de texture sableuse couleur blanchâtre.

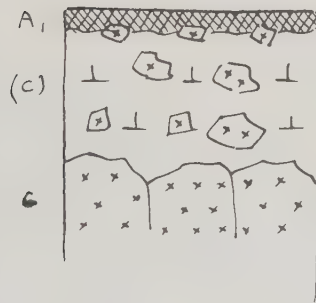
C

- Roche-mère: quartzite triasique.

Deschampsio-Pinetum

Type de sol

e = 1/10°



☒ Humus de moder.

⊥ ⊥ Roche-mère en cours d'altération.

× × Roche-mère siliceuse non altérée.

Sol - Forêt de Modane

Plle 4 - Exp. SW - Alt.: 1 300 m - Roche-mère: quartzites

Relevé floristique n° 1

Pro- fon- deur	Hori- zons	Prof. de prélèv.	pH	Mat. org.	C	N	C/N	CO ₂ Ca total	Ca ⁺⁺ échang.
4 cm	A ₁	- 1 cm	5,2	9,4	5,5	0,28	19,7	0	8,6
10 cm	(C)	- 8 cm	4,1					0	2,6
20 cm	C	- 15 cm	5,4					0	1,4

III.2.3. — Vue d'ensemble sur les pineraies de Pin sylvestre.

III.2.3.1. — Affinités phytosociologiques.

De toutes les associations forestières, les pineraies de Pin sylvestre — parce que spécifiquement intra-alpines — sont celles, sans doute, qui permettent le mieux de saisir l'originalité des diverses vallées sèches des Alpes, comme les affinités qui existent entre elles. De ce point de vue, on peut conclure des analyses précédentes, que la Haute-Maurienne est, en définitive, plus proche du Valais que du Briançonnais, ce qui vient confirmer les données des régimes pluviométriques : c'est tout près de l'*Ononido-Pinetum* et de l'*Odon-diti-Pinetum* Valaisans que se situent les pineraies xérophiles de notre dition, qui diffèrent quelque peu, par contre, de l'*Onobrychideto-Pinetum* briançonnais et de l'*Astragalo-Pinetum* autrichien. Cette très proche parenté subsiste, si l'on considère les pineraies plus mésophiles (7) ; dans leur domaine, en effet, il est une espèce

Les pineraies de Pin sylvestre
Cercles d'exposition

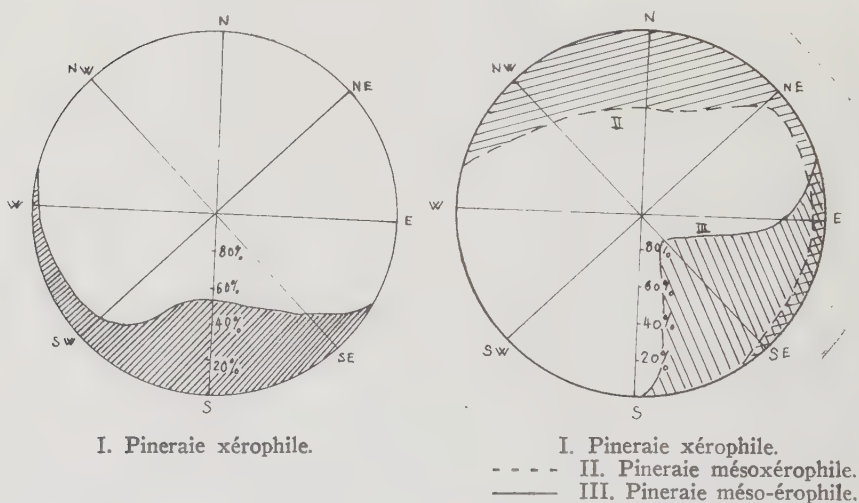


FIG. 30.

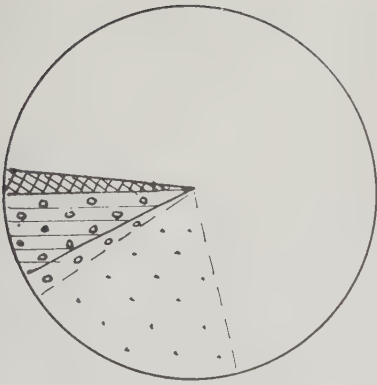
Légende. — Bien que les cercles d'exposition doivent être interprétés avec une certaine circonspection pour des raisons déjà dites, on constate qu'ils rendent parfaitement compte des conditions écologiques régnant dans chacune des associations en cause.

On les rapprochera des spectres floristico-écologiques correspondants.

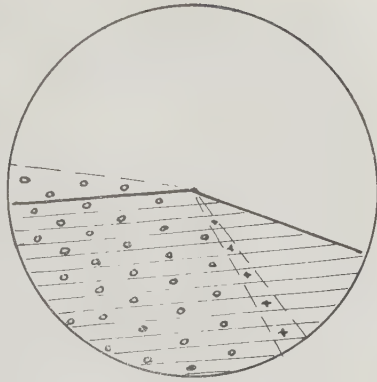
- I. — Pinaie xérophile à *Ononis rotundifolia* et *Coronilla minima*.
- II. — Pinaie mésoxérophile à *Erica carnea* sans mousses.
- III. — Pinaie méso-érophile à *Erica carnea* et mousses.

(7) celles du Briançonnais ne sont pas encore bien connues ; elles ne comportent pas, en tout état de cause, l'espèce sociale qui donne leur physionomie aux pineraies de la Maurienne, *Erica carnea*.

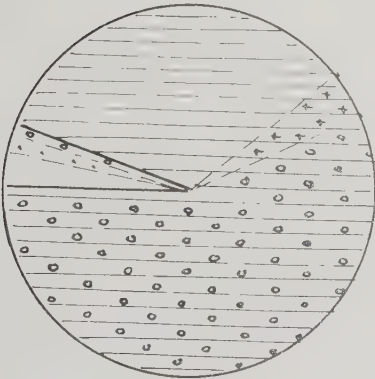
Les pineraies de *Pin sylvestre*
Spectres floristico-écologiques



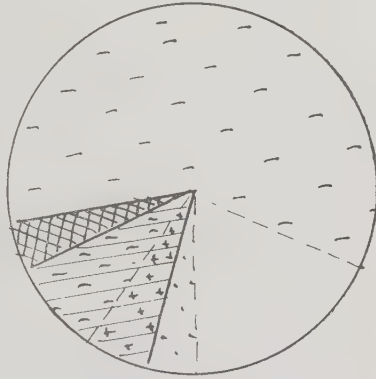
I. *Ononido-Pinetum silvestris*.
(Relevés 7 à 14)



II. *Ononido-Pinetum silvestris*
ericetosum.
(Relevés 6 à 12)



III. *Erico-Pinetum silvestris*
hylocemietosum.
(Relevés 13 à 19)



IV. *Deschampsio-Pinetum silvestris*.
(Relevés 1 à 9)

	Xérophiles indifférentes.		Mésophiles de mull-moder.
	Xérophiles de mull.		Mésophiles de mull calcique.
	xérophiles d'humus calcique.		Mésophiles de moder ou de mor.
	Xérophiles de moder ou de mor.		Diverses.
	Mésophiles (ou M..X.) indifférentes.		

FIG. 31.

Les spectres montrent l'envahissement progressif des mésophiles et des méso-xérophiles, lorsque l'on passe de la pineraie à *Ononis rotundifolia* et *Coronilla minima* à la pineraie à *Erica carnea* sans Mousses puis à la pineraie relativement mésophile à *Erica carnea* et Mousses.

qui joue un rôle tout à fait remarquable : *Erica carnea*. Très répandue dans les vallées intra-alpines de l'Europe centrale, en Suisse, en Autriche, en Italie du Nord, en Yougoslavie, cette espèce, très rare dans les Alpes occidentales françaises, ne s'observe en grande abondance qu'en Haute-Maurienne.

Ces affinités phytosociologiques que les pineraies permettent de souligner ne concernent pas, comme on le verra, ces seuls groupements ; nous aurons l'occasion, tout au long de cette étude, de les mettre en relief pour d'autres associations et nous essaierons, *in fine*, de les expliquer à la fois par la similitude des conditions écologiques régnant en Haute-Maurienne et dans les autres vallées sèches de l'Europe centrale et par les facilités de communication que notre vallée a offertes aux courants floraux venus de l'est.

III.2.3.2. — *Evolution - Climax.*

Un fait essentiel est à retenir : à exposition nord, l'Erico-Pinetum est spécialisé édaphiquement (sols calcimorphes), alors qu'à exposition sud, les pineraies s'observent sur toutes roches-mères avec un contingent d'espèces non spécialisées et un contingent d'espèces spécialisées (calci-neutrophiles sur sols calcimorphes ; acidiphiles sur sols silicatés).

Les questions qui se posent sont donc les suivantes : à exposition fraîche l'*Erico-Pinetum*, d'une part ; à exposition sèche l'*Ononido-Pinetum* et son vicariant acidiphile le *Deschampsio-Pinetum*, d'autre part, sont-elles, ou non, des associations climaciques ?

Il nous est apparu que, lorsque le sol se décarbonate et se désature en calcium dans les horizons supérieurs, à *exposition nord*, et de calcimorphe devient sol brun, c'est l'*Abietetum albae* [sapinière vraie de KUOCH (R.) (1954) qui sera analysée plus loin] qui apparaît. On rencontre des peuplements où le Pin sylvestre a disparu avant même qu'*Erica carnea* et son cortège l'aient fait : c'est dire qu'entre l'*Erico-Pinetum* et la sapinière neutrophile à *Carex alba*, se rencontrent d'incontestables intermédiaires et qui paraissent bien se situer dans une série génétique.

Mais il est bien certain que cette évolution est d'autant plus difficile que l'érosion est plus forte : cette dernière dépend de la composition et de la dureté de la roche-mère comme de la vigueur du relief. Sur cargneule et sur moraine, roches-mères tendres, l'installation est certainement très difficile et l'*Erico-Pinetum* constitue une association spécialisée permanente ; sur calcaire franc, l'évolution paraît plus aisée, comme on l'observe en forêt de Sollières-Envers.

A noter que dans la haute vallée du Rhin et en Basse-Engadine, [BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) (1954)]

après une étude de détail des phases initiales de l'*Erico-Pinetum*, indiquent que l'association évolue climaciquement vers une pessière vraie montagnarde (*Piceetum montanum*) typiquement intra-alpine, d'où se trouve exclu le sapin, par suite de conditions climatiques très sèches et très continentales.

Le problème du climax à exposition sud est sans doute plus délicat, car le long des gorges houillères, où l'on aurait pu analyser le passage entre hêtraies et pineraies, l'action humaine s'est fait sentir avec une vigueur déjà soulignée. On saisit toutefois ce passage, avec une grande netteté, en forêt d'Albanne, dans les gorges de la Valloirette. Sur le flanc de ces gorges à exposition générale tournée vers l'est, on constate qu'aux expositions secondaires les plus fraîches, le Hêtre domine, avec un cortège qui sera analysé plus loin, alors qu'aux expositions sud, le Pin sylvestre le remplace presque totalement, avec un cortège quelque peu différent (*Ononido-Pinetum fagetosum*) et ce, alors que l'action humaine s'est exercée de toute évidence, de la même façon de part et d'autre de telles petites arêtes secondaires (8).

On peut donc penser qu'entre St-Michel-de-Maurienne et Modane, le bas de l'étage montagnard était occupé par la *chênaie pubescente* qui arrivait à disparaître, par laminage dû à l'élévation du fond de la vallée; au-dessus, la *hêtraie* devait céder peu à peu la place aux *pineraies*, dont les premières enclaves s'observent, on vient de le voir, à l'aval des gorges houillères, dans la vallée de la Valloirette. On ne voit d'ailleurs pas en dehors des pineraies de Pin sylvestre — quelles associations pourraient tenir leur place — puisque ni la hêtraie ni la *chênaie pubescente* n'ont atteint la Haute-Maurienne, *sensu stricto*.

Sans doute, l'*Abietetum albae* arrive-t-il — sous sa forme la plus xérique — à occuper certains versants tournés vers le sud-est. A Aussois, en particulier, il est en contact presque direct avec l'*Ononido-Pinetum*. Mais sa localisation dans les ravins ou sur le plateau au sol profond et à l'enneigement prolongé donne à penser qu'aux versants « *plein sud* » et même sur sol profond, il ne peut s'adapter au climat brutal précédemment analysé.

C'est pourquoi nous pensons que la *pineraie xérophile* — acidiphile ou neutrophile — constitue un climax, plus ou moins homogène évidemment, si l'on observe qu'en montagne l'influence de la roche-mère se manifeste toujours peu ou prou (9). Nous revenons sur ce dernier point d'ailleurs *in fine*.

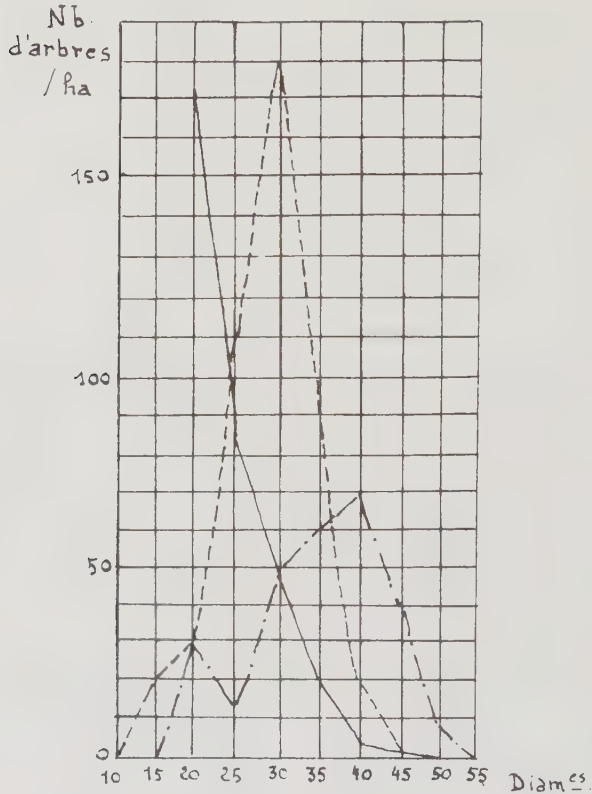
(8) Dans les parties les plus abruptes, cette action peut être même considérée comme négligeable.

(9) Le point de vue exprimé par RICHARD (J.-L.) (1961) à propos des associations jurassiennes est à rappeler ici, à savoir que « l'influence de la roche-mère se fait sentir jusqu'au stade final d'une série évolutive ».

III.2.3.3. — Structures sylvicoles - Productions.

D'une façon générale, la *structure*, c'est-à-dire la répartition des tiges dans l'espace de l'une ou l'autre des pineraies de Pin sylvestre

Les pineraies de Pin sylvestre
Structures sylvicoles



- Pineraie mésoxérophile.
sur 97,7 ha, Sollières. 2^e Série. Plles L.O.P.Q.T.).
- - - Pineraie mésophile.
(Sollières 2^e Série. Plle S pie.
- · - · Pineraie xérophile.
(Aussois. 1^{re} Série. Plle H pie.

FIG. 32.

Légende. — Les structures des deux derniers types de pineraie montrent une grande régularité; mais il s'agit, il faut le noter, de structures obtenues à partir d'un échantillonnage restreint, alors que celle des la pineraie méso-xérophile résulte de comptages effectués sur près de 100 hectares.

apparaît comme régulière. On peut penser que cette structure est due à l'action humaine, soit que l'exploitation ait été faite par coupes à blanc, à tire et aire, soit que l'envahissement de certains terrains pastoraux ait été brutal; on ne doit cependant pas négliger le rôle joué par le tempérament, même du Pin sylvestre, essence de lumière.

Cette structure se traduit par des courbes de type gaussien, plus ou moins aplaties selon l'âge des peuplements et selon, aussi, leur vitesse d'accroissement pour un âge donné (10) (fig. 33).

En ce qui concerne *les productions* — que l'on se gardera bien de mettre en parallèle pour des raisons déjà dites — on retiendra surtout qu'elles sont de *très faible importance*: sur sol calcimorphe, l'*Ononido-Pinetum* échantillonné, ayant à peu près 230 ans, produit actuellement (moyenne des 20 dernières années) 1,36 m³/hectare et par an (tarif algan n° 5), la pineraie « mixte » à *Erica carnea* et *Carex humilis* (d'âges mêlés, produit 1,59 m³) (tarif algan n° 6), l'*Erico-Pinetum* a 130 ans environ, 2,35 m³ (même tarif). Sur ranker initial, le *Deschampsio-Pinetum* produit 1,54 m³ (tarif algan n° 3), l'âge de l'échantillon retenu étant d'environ 175 ans.

(10) Fait exception à la règle la pineraie mésoxérophile qui présente une structure de futaie jardinée. Ceci tient essentiellement au fait que l'échantillonnage a porté sur des parcelles entières: la structure régulière par bouquets se trouve ainsi un peu masquée.

III.3. — LES PINERAIES DE PIN A CROCHETS

En Haute-Maurienne, les pineraies de Pin à crochets occupent une surface assez considérable, et leur localisation obéit à des conditions écologiques étroites, dont il importe de définir tout de suite les grands traits.

En effet, bien que le Pin à crochets s'avère adapté, en France, aux substrats les plus sévères — il se localise pratiquement, dans notre dition, *sur les seuls sols calcimorphes*, laissant notamment la place à l'Epicéa, au Pin sylvestre, ou au Méléze; sur les éboulis de quartzite les plus stériles.

Dans son étage — qui, on le verra, est essentiellement l'étage subalpin — le Pin à crochets devrait donc se rencontrer sur tous les sols calcimorphes. Mais ici une nuance s'impose: dans la zone subbriançonnaise, pourtant riche en calcaires et même en gypse, le Pin à crochets est relativement rare et se réfugie pratiquement sur quelques arêtes difficilement accessibles du massif des Encombres: ceci tient au fait que l'étage subalpin de cette zone est, en fait, très peu étendu, que le relief y est particulièrement vigoureux — d'où un régime d'éboulis et d'avalanches très important — et que, partout où les pentes ne sont pas trop accentuées, elles sont occupées par des pâturages; les sols calcimorphes de l'étage montagnard, eux, sont recouverts par des groupements de Chêne pubescent, de Hêtre, de Pin sylvestre ou de Sapin. Dans la zone de Vanoise, par contre, très riche en calcaires, cargneules, gypses et qui se développe à l'amont de la nappe Houillère, les forêts de Pin à crochets couvrent de vastes étendues dans un étage subalpin lui-même de grande surface. Elles laissent la place, dans l'étage montagnard, aux pineraies de Pin sylvestre, c'est-à-dire au-dessous de 1 750-1 800 m, à une exception près toutefois déjà soulignée et qui est importante: sur gypse, en effet, là où l'érosion empêche tout approfondissement et toute évolution du sol, le Pin à crochets prend — et totalement — la place du Pin sylvestre dans l'étage montagnard lui-même; il s'agit donc d'une spécialisation au deuxième degré, en quelque sorte. Dans cet étage, les associations qu'il forme sont tout à fait semblables à celles du Pin sylvestre, car il constitue, en fait, la seule espèce différentielle. Toutefois, étant donné qu'il

PLANCHE VII

Les pineraies de Pin à crochets



Vers 2 300 m d'altitude, formes tourmentées des arbres de lisière...

domine de façon absolue — et naturellement — il nous a paru difficile de faire de ces groupements des sous-unités d'associations de Pin sylvestre... d'où le Pin sylvestre serait complètement absent, et il nous a semblé préférable de les étudier en même temps que les associations subalpines de Pins à crochets, dont elles diffèrent très peu d'ailleurs.

Il faut noter que les pineraies de Pin à crochets présentent avec les pineraies de Pin sylvestre, un *parallélisme très étroit*, à cette différence près qu'il n'existe pas, dans notre dition, de pineraies de Pin à crochets acidiphiles.

Une telle parenté nous dispensera de faire une analyse poussée des organisations sociologiques.

Il n'est pas inutile de rappeler que le Pin à crochets qui nous occupe correspond au *Pinus montana subsp. uncinata* de Ramon, espèce à forme érigée des Alpes Françaises et des Pyrénées — comme des autres montagnes françaises, d'ailleurs, et dont les caractères ont été rappelés par GUINIER (Ph.) et POURTET (J.) (1951). Cet arbre peut prendre des formes prostrées dans les couloirs d'avalanches ou sur certaines crêtes battues par les vents : mais il s'agit alors de véritables accomodats et non de génotypes, comme GUINIER et POURTET en ont observé, par exemple, à l'Alpe du Buffalora, au nord de l'Ofenpass, en Suisse (1).

III.3.1. — Les pineraies de Pin à crochets xérophiles.

1° Organisation sociologique et composition floristique - Faciès.

Comme dans l'*Ononido-Pinetum*, les groupes écologiques xérophiles dominent de façon absolue, et ce sont les mêmes, du moins dans l'étage montagnard, sur gypse : les calciphiles dont les sub-méditerranéennes, les indifférentes médio-européennes et circum-boréales, où *Arctostaphylos Uva-ursi* joue le premier rôle, etc. Les relevés 1 et 2 correspondent à un faciès pionnier, particulièrement sec, avec *Hieracium lanatum*, *Viola rupestris*, *Scorzonera austriaca*, *Astragalus sempervirens*, etc.

Il est curieux de noter que les relevés de l'étage subalpin ne diffèrent pas tellement de ceux de l'étage montagnard. Les oro-sub-méditerranéennes tendent à disparaître complètement toutefois, tandis qu'apparaissent d'autres espèces subalpines jouant le rôle de différentielles comme *Carex sempervirens*, *Senecio Doronicum*, *Mimuartia Villarsii*. La flore de cette sous-association subalpine n'est évidemment pas sans rappeler celle de l'association à *Sesleria coerulea* et *Avena montana* qui la relaie dans l'étage alpin.

(1) On regrettera que les phytosociologues suisses aient appelé *Mugetum* toutes les associations de Pins à crochets, alors qu'il s'agit le plus souvent — dans le Jura tout particulièrement — non du *Pinus Mugho*, mais du *Pinus montana subsp. uncinata*.

PLANCHE VIII
Les pineraies de Pin à crochets



La pineraie xérophile sur gypse - Vallée de Bramans
Vue générale.



La pineraie de Pin à crochets xérophile sur rendzine gypseuse
Vue de détail.

Le spectre floristico-écologique rappelle de très près celui de l'*Ononido-Pinetum* (fig. 35).

La *structure*, tout au moins celle de la strate arborescente, est assez typique : alors que, dans l'*Ononido-Pinetum*, les Pins sylvestres atteignent d'assez fortes dimensions et forment alors des peuplements peu denses, les Pins à crochets, dans l'association en cause, sont souvent très denses et de très petites dimensions, ce qui est en relation directe avec l'extrême pauvreté de la station. La structure des strates arbustive et herbacée est, soit du type mosaïque avec de nombreux vides et des taches d'*Arctostaphylos Uva-ursi*, soit, le plus souvent, du type « tapis continu », la Busserole couvrant complètement le sol.

2° Identification - Dénomination.

Parmi les groupements de Pin à crochets décrits à ce jour — notamment en Suisse — les plus xérophiles paraissent être la variante à *Pinus mugo* du *Carici humilis Pinetum* et la sous-association à *Carex humilis* de l'*Erico-Mugetum*. De ces deux groupements, très proches l'un de l'autre, d'ailleurs, le plus xérophile est le premier où se trouvent présentés des espèces, comme *Saponaria ocyroides*, *Teucrium montanum*, *Globularia cordifolia*, etc. et doit être rapproché de la forme subalpine de notre association, sans conteste possible. Mises à part les différences tenant aux aires des espèces et qui expliquent l'absence dans l'association de Haute-Maurienne de *Laserpitium Gaudinii*, absent en France, de *Daphne striata* ou de *Viola pinnata*, extrêmement rares en Savoie, le nombre d'espèces communes est des plus significatifs, en effet. Par contre, la sous-association « montagnarde », particulièrement riche en oro-méditerranéennes, ne paraît pas avoir été décrite : il faut dire qu'elle s'explique, dans nos Alpes, par l'abondance des gypses qui paraissent beaucoup plus rares en Suisse (2).

3° Répartition - Ecologie.

En l'absence de données microclimatiques, il y a lieu d'insister sur l'étroite localisation de cette association que l'on observe sur les seuls versants exposés en plein Midi et sur sols calcimorphes. Une telle exposition et de tels types de sols ne se rencontrent, dans la vallée principale de l'Arc, qu'au-dessus de Lanslevillard, là où une fenêtre de calcaires triasiques émerge de la nappe des schistes lustrés ; des conditions tout aussi xériques se trouvent également remplies, dans certains vallons secondaires, et tout particulièrement dans la vallée d'Ambin, où les formations de gypse prennent un développement considérable. C'est dans cette vallée que, sur gypse, et dans l'étage montagnard, c'est-à-dire entre 1 300 et 1 700 m en-

(2) S'il fallait lui donner un nom, ce serait celui d'*Ononido-Mugetum*, plus exactement d'*Ononido-Pinetum uncinatae*.

viron, la pineraie de Pin à crochets à *Coronilla minima* et *Ononis rotundifolia*, variante sur gypse à Pins à crochets de l'*Ononido-Pinetum*, connaît un développement particulier.

Quelles altitudes peut atteindre la pineraie xérophile de Pin à crochets? Le plus souvent, elle est limitée par les formes de terrain qui s'arrondissent au sommet des versants abrupts des torrents, avant que ne soit atteint l'étage alpin, et sont, de ce fait, occupés par l'homme; mais il n'en est pas toujours ainsi, par exemple, au-dessus de Lanslevillard, où la forêt — malgré un régime sévère d'avalanches qui lui donne un aspect misérable — atteint 2 300 m à peu près.

Les sols s'apparentent tout à fait à ceux de l'*Ononido-Pinetum*. Il s'agit soit de *rendzines jeunes* — sur gypse tout particulièrement, dans l'étage montagnard — (sol n° 1) — soit de *rendzines un peu décarbonatées en surface* (sol n° 2), dont une analyse sommaire est donnée ci-après:

Sol n° 1 - Forêt de Bramans

Exp.: Sud - Altitude 1 500 m - Roche-mère: Gypse
Canton de la Villette - Relevé floristique n° 1

Profondeur	Horizons	Profond. de prélèvement	pH	Matière organique	CO ³ Ca actif	Ca ⁺⁺ échangeable
30 cm	A ₁	- 2 cm	7,9	35,2	1	Saturé
	A ₁	- 20 cm	8,5	5,4	11	Saturé
	A ₁ /C	- 40 cm	8,5	4,2	12,3	Saturé

Sol n° 2 - Forêt de Termignon

Exp. Sud - Altitude: 1 900 m - Roche-mère: Moraine calcaire.
Relevé floristique n° 10

Profond-	Horizons	Profond. de prélèv.	pH	Argile	Limon	Sables fins	Sables gross.	Matière organ.	CO ³ Ca
40 cm	A ₁	- 5 cm	7,4					40,2	Traces
	A ₁ /C	- 45 cm	7,4	19	30	23,9	11,9	11,1	9,1

III.3.2. — Les pineraies de Pin à crochets méso-xérophiles.

1° Organisation sociologique et composition floristique.

Le tableau d'association met bien en évidence le caractère de ce groupement, véritable intermédiaire entre le groupement xérophile et le groupement mésophile dont il sera question ci-après. *Il présente, de ce fait, les plus étroites affinités avec l'association méso-xérophile de Pin sylvestre*, dont nous avons fait, également, une unité autonome.

Mésophiles et xérophiles se trouvent à peu près représentées dans la même proportion : tout particulièrement, le rapport *Erica carnea*/*Arctostaphylos Uva-ursi* est sensiblement égal à 1.

Trois faciès principaux peuvent être distingués :

— *un faciès montagnard, sur gypse*, où l'Épicéa est à peu près complètement absent, et où les espèces xérophiles subméditerranéennes s'observent en plus grande abondance que dans les autres faciès, qu'il s'agisse de xérophiles neutrophiles ou d'indifférentes. Ces espèces, dans cet étage et sur les sols particulièrement secs, reposant sur gypse, trouvent les conditions thermiques et xériques qui leur conviennent, plus facilement que dans l'étage subalpin et sur des sols plus évolués, à granulométrie plus fine.

— *un faciès subalpin inférieur*, entre 1750 m et 2000 m, où l'Épicéa est presque toujours présent. On notera toutefois qu'il reste en seconde position par rapport au Pin à crochets, alors que dans l'association mésophile à *Erica carnea* et *Hylocomies*, il arrive à égalité avec ce dernier. Les mésophiles — ou mésoxérophiles — notamment *Sesleria coerulea* sont plus abondantes que dans le faciès précédent, à l'inverse des xérophiles.

— *un faciès subalpin supérieur*, à partir de 2000 m où l'Épicéa disparaît, laissant la place au seul Pin à crochets. Les méditerranéomontagnardes sont absentes tandis que *Carex sempervirens*, *Dryas octopetala*, qui sont essentiellement subalpines dans notre dition, jouent le rôle de différentielles.

Le spectre floristico-écologique, comme la structure, rappellent tout à fait ceux de la pineraie homologue de Pin sylvestre : *Erica carnea* et *Arctostaphylos Uva-ursi* forment des taches plus ou moins contiguës : les places vides étant occupées par *Carex humilis*, *Ononis rotundifolia*, *Astragalus Monspessulanus*... et dans l'étage subalpin par *Carex sempervirens* et surtout *Dryas octopetala* (fig. 35).

2° Identification - Dénomination.

Si l'on se réfère aux divers relevés phytosociologiques de pineraies de Pin à crochets qui ont été effectués, notamment en Suisse, il apparaît que notre groupement présente les plus étroites affinités avec la sous-association de l'*Erico-Mugetum* dite à *Carex humilis*

PLANCHE IX.
Les pineraies de Pin à crochets



Pineraie mésoxérophile à *Erica carnea* et *Carex humilis*. Etage subalpin inférieur (1900 m) - Forêt de Sollières-Sardières. (Noter la présence de l'Epicéa.)

Pineraie mésoxérophile à *Erica carnea* et *Carex humilis*. Etage subalpin supérieur (2200 m) - Forêt de Sollières-Sardières.



Pineraie mésoxérophile. Etage subalpin supérieur (2200 m)
Vue générale.

(*Erico-Mugetum caricetosum humilis*), encore que les relevés suisses nous paraissent correspondre à des individus un peu plus mésophiles que les nôtres, plus proches, par conséquent, de la sous-association à *Hylocomies*.

3° Répartition - Ecologie.

En l'absence de données microclimatiques, il y a lieu de retenir la très remarquable localisation de cette association *aux expositions « intermédiaires »*. Comme les roches-mères carbonatées s'observent, dans la partie de la vallée où l'Arc prend une direction SW-NE, les expositions se trouvent être en majorité nord-ouest et sud-est, ce qui explique que la pineraie mésoxérophile de Pin à crochets — comme son homologue à Pin sylvestre — couvre des surfaces étendues en Haute-Maurienne, l'association xérophile se localisant sur les versants sud, secondaires et la mésophile sur les versants nord, secondaires.

Les sols, tous de type calcimorphe, présentent toutefois des nuances.

Certains sont à assimiler aux *sols humiques carbonatés* proprement dits : sols n° 1 et 2. Il s'agit de sols à pH élevé dans presque tout le profil, riches en matière organique, à l'humus structuré en grumeaux et carbonatés jusque dans l'horizon de surface, *pauvres en argile*.

Sol n° 1 - Forêt d'Aussois

Exp. SE - Altitude : 2 200 m - Roche-mère : cargneule

Relevé floristique n° 13

Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limons	Sables fins	sables gross.	Mat. org.	CO ₃ Ca
A ₁	- 2 cm	7,6					34	25,3
A ₁ /C	- 15 cm	7,6	5,5	11	54	17,7	9,4	63,7

Sol n° 2 - Forêt d'Aussois

Exp. W - Altitude : 1 850 m - Roche-mère : cargneule (grouins)

Relevé floristique n° 12

Horizons	Profond. de prél.	Cailloux	pH	Mat. org.	C	N	C/N	CO ₃ Ca total	CO ₃ Ca actif
A ₁	- 2 cm		7.4	36.9	18.45	0.83	22.2	4.3	5.0
A ₁	- 10 cm	38	7.7	19.6	9.78	0.50	19.6	22.4	4.4
A ₁ /C	- 40 cm	36	8.0	3.8	2.21			30.0	2.7

D'autres — sols n° 3 et 4 — présentent un début de décarbonatation dans l'horizon de surface, un abaissement corrélatif de pH et sont à assimiler à *des sols humiques carbonatés passant au type à humus brut*. La teneur en matière organique est particulièrement élevée.

Sol n° 2 - Forêt d'Aussois

Exp. W - Altitude: 1900 m - Roche-mère: cargneule

Relevé floristique n° 11

Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limons	Sables fins	sables gross.	Mat. org.	CO ₃ Ca	H ₂ O
A ₀ /A ₁	- 5 cm	6					68	traces	
A ₁	- 20 cm	7,2	14,5	27	20,2	9,5	14,2	traces	4,6
A ₁ /C	- 50 cm	7,6	10	29	31,4	20,5	6,7	37	2,4

Sol n° 4 - Forêt de Bramans

Exp. NW - Altitude: 1750 m - Roche-mère: Calcaire triasique

Relevé floristique n° 6

Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limons	Sable fin	Sable gross.	Mat. org.	CO ₃ Ca	H ₂ O
A ₀ /A ₁	- 5 cm	6,8	8	18,5	traces	traces	62,9	0	11,5
A ₁ /C	- 15 cm	7,6	12,5	19	46,6	2	15,5	57	4,4

D'autres, enfin — qui correspondent en général à un faciès riche en *Brachypodium pinnatum* — sont des sols bruns calcaires ou des rendzines brunifiées, *décarbonatés à plus grande profondeur et présentant un taux de matière organique relativement faible*, structurée en petits grumeaux (sol n° 5).

Sol n° 5 - Forêt d'Aussois

Exp. SE - Altitude: 1900 m - Roche-mère: moraine calcaire

Relevé floristique n° 10

Prof.	Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limon	Sable fin	Sable gross.	Mat. org.	CO ₃ , Ca	H ₂ O
- 5cm	A ₁	- 3 cm	6,4	14	19	35,4	5,7	20,7	0	5,2
-20cm	A ₂ (B)	- 10 cm	7	18	23	43,2	9,5	4,4	0,9	1,9

Une telle diversité s'explique par la multiplicité des conditions écologiques locales : *sur roche-mère dure*, riche en carbonate de chaux, *sur faible pente*, un sol humique carbonaté aura tendance à évoluer vers le type à humus brut, tandis qu'une moraine calcaire plus ou moins riche en éléments silicatés, évoluera, dans les mêmes conditions, vers une sol brun calcaire. *Sur forte pente*, la décarbonatation se fera plus difficilement. Mais, dans l'ensemble, cette diversité reste de faible ampleur et n'atteint que les couches supérieures du sol, de telle sorte qu'elle ne retient pratiquement pas sur la végétation.

On va voir qu'il n'en est plus de même avec les pineraies situées en conditions plus froides et plus humides.

III.3.3. — Les pineraies de Pin à crochets mésophiles.

Les groupements mésophiles de Pin à crochets se présentent sous deux physionomies nettement différentes, encore que leur écologie soit très voisine, sinon identique. Dans un type, *Erica carnea* domine de façon absolue — comme dans l'*Erico-Pinetum*; dans l'autre, son puissant tapis est remplacé par les touffes très abondantes et très vigoureuses de *Carex ferruginea*.

Cette curieuse vicariance de deux espèces qui paraissent s'exclure mutuellement s'explique, parce que l'aire d'*Erica carnea* ne recouvre pas toute la zone calcaire de la Vanoise, mais s'arrête un peu à l'amont de Modane. Or, dans la région de Modane, à exposition général nord, s'observent encore des calcaires, des cargneules et même des gypses, qui se trouvent le plus souvent — à la suite des caprices de l'érosion — exposés secondairement à l'ouest, et qui portent, par conséquent, des pineraies xérophiles de Pin sylvestre, mais dont certains se rencontrent à exposition plein nord, dans l'étage subalpin, et au-dessus d'une zone de roches-mères silicatées (quartzites, houiller métamorphique), portant une sapinière vraie. Ce sont ces calcaires, cargneules et gypses qui servent de substrat à la pineraie de Pin à crochets, à *Carex ferruginea*.

Il paraît utile d'analyser à part — quoique très brièvement — ce type un peu particulier de pineraie.

III.3.3.1. — Pineraie de Pin à crochets à *Erica carnea* et *Hylacomies*.

1° *Organisation sociologique et composition floristique - Faciès.* xérophiles, tout particulièrement des oro-subméditerranéennes qui

Ce qui caractérise cette association c'est, d'une part, la rareté des cont pratiquement absentes, d'autre part l'abondance et la constance des mésophiles et mésoxérophiles, parmi lesquelles les calci-neutrophiles jouent un grand rôle avec, en tête, comme pour les pine-

PLANCHE X

Les pineraies de Pin à crochets



La pineraie de Pin à crochets mésophile sur rendzine gypseuse
(étage montagnard) - Forêt de Bramans.

raies homologues de Pin sylvestre: *Erica carnea* accompagnés d'autres espèces sud-européennes.

On notera que, dans l'étage montagnard, où le Pin à crochets repose sur gypse, les espèces du mull-modér sont relativement rares: ceci tient à la grande solubilité de la roche-mère qui, en donnant de fortes pentes, freine l'évolution des sols et empêche, en particulier, la décarbonatation des horizons supérieurs. Dans l'étage subalpin, où les calcaires et les cargneules sont plus abondants et où le climat est plus froid, le phénomène de décarbonatation peut se produire plus facilement et se traduit par une plus grande abondance de l'*Epicea*, et des espèces de mull-modér qui jouent le rôle de différentielles.

Il est intéressant d'observer, à ce sujet, que certains relevés correspondent à des stades intermédiaires: dans l'étage montagnard supérieur, aux confins de l'étage subalpin, tout un contingent d'espèces appartient aux associations mésophiles de sols bruns plus ou moins évolués: *Luzula nivea*, *Prenanthes purpurea*, *Veronica urticifolia*, *Luzula Sieberi*, etc. dont certaines (*Veronica urticifolia*, *Luzula nivea*) sont, en général, localisées dans la sapinière; plus haut, s'ajoutent à ce contingent des espèces plus spécialement subalpines comme *Calamagrostis villosa*, *Homogyne alpina*, localisées, elles, soit dans la pessière subalpine, soit dans les groupements de Pin Cembro; plus haut encore, c'est *Rhododendron ferrugineum*, *Lonicera coerulea*, qui apparaissent et qui forment un faciès pouvant être rattaché aussi bien aux associations de Pin à crochets qu'à celles de Pin Cembro (3).

D'une façon générale en tout cas — et le fait a déjà été souligné par BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) dans leur étude sur le Parc National Suisse (1954) — la pineraie mésophile de Pin à crochets s'avère être plus riche en acidiphiles que son homologue de Pin sylvestre. Ceci tient à la plus grande rigueur du climat; plus humide et plus froid — qui donne, dans l'étage subalpin, beaucoup plus facilement qu'à altitude plus basse, des sols humiques carbonatés à humus brut ou des sols brunifiés.

Le spectre floristico-écologique — qui est à rapprocher de celui de la pineraie mésophile homologue à Pin sylvestre — traduit très clairement ce fait (fig. 35).

Quant à la structure, elle est tout à fait comparable à celle de l'*Erico-Pinetum*: tapis à peu près continu d'*Erica carnea*, d'où émergent les autres espèces, et sous lequel s'étend une strate muscinale toujours vigoureuse.

2° Identification - Dénomination.

C'est évidemment à l'*Erico-Mugetum* décrit plusieurs fois en Suisse, que doit être identifié notre groupement, très exactement

(3) Nous en avons fait une sous-association de la rhodoraie à Pin Cembro.

à la sous-association *Hylocomietosum*; les deux groupements coïncident à peu près parfaitement, sauf l'absence dans le groupement mauriennais de quelques espèces n'atteignant pas notre dition: *Rhododendron hirsutum*, *Crepis alpestris* subsp. *silvatica*, *Daphne striata*, *Laserpitium Gaudinii* [BRAUN-BLANQUET (J.), SISSINGH (G.), VLIEGER (J.) (1939)].

3° Répartition - Ecologie.

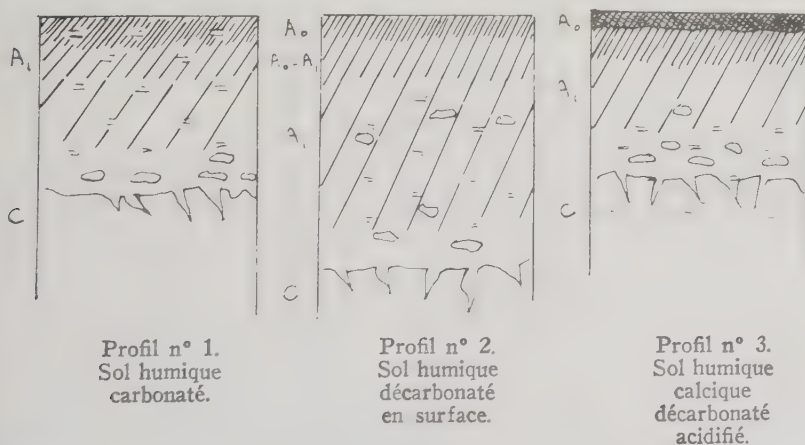
La localisation de la pineraie mésophile de Pin à crochets quant à l'exposition, tout au moins, est tout à fait semblable à celle de la pineraie de Pin sylvestre homologue: le cercle d'exposition le montre d'ailleurs (fig. 34).

En altitude et compte tenu, encore une fois, des peuplements sur gypse, elle s'étage entre 1 300 m et 2 200 m; mais au sommet, elle a tendance à perdre son autonomie et à prendre la forme de rhodoraie mixte à *Pin Cembro* et *Erica carnea*.

Ses sols sont tous du type calcimorphe, mais présentent une évolution plus ou moins profonde déjà signalée lors de l'étude des groupes écologiques.

Sur roches-mères riches en carbonates et pauvres en argile, il s'agit de sols humiques carbonatés vrais ou dégradés à humus brut;

Erico-Mugetum - Types de sols
e = 1/15°



- Horizon humifère acidifié.
- Carbonate de chaux.
- Mull-modér calcique.

FIG. 33.

Sols humiques carbonatés des pineraies de Pin à crochets.

dans ce dernier cas, l'acidité de l'horizon de surface, comme l'absence de carbonate qu'il présente, correspond moins à une décarbonatation qu'à une accumulation d'humus brut que traduit bien la teneur en matière organique et qui est due aux conditions climatiques, particulièrement froides et relativement humides.

Sur roches-mères plus pauvres en carbonates, comme les moraines, l'évolution est un peu différente: au départ, si l'on peut dire, le sol est plus proche des rendzines que des sols humiques carbonatés proprement dits; il se produit une décarbonatation dans les horizons de surface, la rendzine se brunifie et passe au sol brun plus ou moins lessivé à mull-modér. *Une telle évolution explique, comme dans le premier cas, l'existence de sub-acidiphiles*, mais il s'agira plutôt d'espèces caractéristiques de mull-modér que de mor.

Nous donnons, ci-après, des exemples de sols humiques carbonatés plus ou moins décarbonatés et d'autres, correspondant à des sols bruns rendziniformes. On notera, dans les deux cas, l'absence de carbonates dans les horizons supérieurs et l'abaissement du pH dans ces mêmes horizons; mais alors que la teneur en matière organique est forte sur sol humique carbonaté, elle est relativement faible sur les sols bruns.

Description morphologique.

— Profil n° 1.

A₁ supérieur (0 - 2 cm)

- horizon humifère de mull calcique, structure grenue — couleur noire — feutrage dense de racines d'*Erica carnea*.

A₁ profond (3 - 30 cm)

- horizon humifère, structure grenue — couleur gris-noirâtre progressivement dégradée — feutrage de racines moins dense.

A₁ - (31 - 40 cm)

- horizon très peu humifère — structure subparticulaire (grains de gypse) — couleur gris-blanchâtre — texture sablo-limoneuse.

— Profil n° 2.

A₀ (surface) (0 - 3 cm)

- horizon très humifère, de mull-modér calcique — structure grenue — couleur très noire.

A₀ - A₁ (profond)
(4 - 20 cm)

- horizon très humifère, de mull-moder calcique; structure en grumeaux de 2 à 3 mm — feutrage dense de racines d'*Erica carnea*.

A₁ (21 - 60 cm)

- horizon légèrement humifère, structure subparticulaire (grains de gypse — couleur gris-blanchâtre — texture sablo-limoneuse.

C

- Gypse à structure subparticulaire, meuble — couleur blanchâtre.

— Profil n° 3.

A₀ (0 - 4 cm)

- horizon de *mor* calcique, structure particulaire avec parties un peu fibreuses — couleur très noire avec passage brutal à l'horizon A₁.

A₁ (5 - 20 cm)

- horizon humifère, de mull-moder calcique, structure en grains, couleur gris-blanchâtre — texture sablo-limoneuse.

C

- gypse de structure subparticulaire, meuble, de couleur blanchâtre.

— Analyses.

Sol n° 1 - Forêt d'Avrieux

Altitude: 1 500 m - Exp. Nord - Pente: 50 % - Roche-mère: Gypse.

Relevé floristique n° 17

Horizons	Profond. prélèv.	pH	Mat. org.	C	N	C/N	CO ₂ Ca	CO ₂ Mg
A ₁	- 2 cm	8,2	25	14,75	0,63	23,4	6,4	16,4
A ₁	- 10 cm	8,3	11,3	6,66	0,31	21,4	12,0	29,0
A ₁ - A ₂	- 30 cm	8,4	3,4	2,02			14,4	28,0
C	- 40 cm	8,4	2,1	1,23			12,8	37,2

Sol n° 2 - Forêt de Bramans.

Pile 8 - Altitude: 1 300 m - Exp. Nord - Pente: 100 % - Roche-mère: Gypse
Relevé floristique n° 17

Hori- zons	Prof. de prélèv.	pH	Ar- gile	Limons fins	Limons gross.	Sables fins	Sables gross.	Mat. org.	C	N	C/N
A ₀	- 3 cm	7,1						<u>60,5</u>	30,26	0,85	35,6
A ₀ -A ₁	- 15 cm	7,3						50,2	25,09	0,76	33,0
A ₁	- 55 cm	7,9	20,5	24,8	19,0	19,0	8,6	5,6	3,23	0,22	14,7
C	- 65 cm	8,1	8,9	17,8	23,3	28,2	20,2	0,8	0,46		
		CO ₃ Ca total		CO ₃ Ca actif		Fer libre		Ca ⁺⁺ échangeable		K ⁺⁺ échangeable	
1		néant						103,12		0,93	
2		5,5		8,5							
3		28,7		10,9		0,54					
4		37,6		15,4		0,21					

Sol n° 3 - Forêt de Bramans.

Altitude: 1 450 m - Exp. Est - Roche-mère: Gypse - Pente: 10 %
Relevé floristique n° 20

Horizons	profond. de prél.	pH	C	Mat. org.	CO ₃ Ca	CO ₃ Mg	Ca actif ‰	Ca échang.
A ₀	- 2 cm	<u>4,8</u>	49,32	<u>83,8</u>	<u>néant</u>			44,2
A ₁	- 8 cm	6,2	3,99	6,7	traces			21,5
A ₁ /C	- 20 cm	7,8	1,04	1,7	4,8	5	21,2	
C	- 40 cm	7,9	0,92	1,5	24,6	18,1	67,5	

Sols de rendzines passant à des sols bruns.

Sol n° 4 - Forêt de Termignon

Altitude: 1 900 m - Exp. N - Roche-mère: moraine calcaire
Relevé floristique n°

Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limons	Sable fin	Sable gross.	Mat. org.	Fer	CO ₃ Ca	H ² O
A ₁	- 5 cm	<u>5,4</u>	3	29	37,5	12,2	<u>13,5</u>	1,3	0	4,5
(B)	- 30 cm	6,4	10	23	43,5	20,7	1,2	1,7	0	1,6
(B)/C	- 40 cm	6,8	8	23	40,7	25,1	1,4	2,0	0	1,8

Sol n° 5 - Forêt de Termignon

Altitude: 1950 m - Exp. N - Roche-mère: moraine calcaire

Relevé floristique n°

Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limons	Sable fin	Sable gross.	Mat. org.	Fer	CO ₂ Ca	H ₂ O
A ₁	- 4 cm	<u>6,6</u>					<u>28,7</u>		0	
(B)	- 10 cm	7,0	19,5	34,0	28,0	8,2	6,3	2,6	0	4,0
(B)/C	- 25 cm	7,4	14,0	32,5	36,6	10,7	3,5	2,5	9,2	2,7

III.3.3.2. — *Pineraie de Pin à crochets à Carex ferruginea.*

1° *Organisation sociologique et composition floristique.*

Si l'on se réfère au tableau d'association, il est facile de se convaincre qu'il s'agit en fait d'un groupement très proche du précédent, puisque les mêmes groupes écologiques s'y observent et, à très peu près, avec la même importance. *La physionomie de la strate herbacée ou sous-arbustier y est cependant différente: les touffes du Carex ferruginea, qui ne sont pas contiguës et qui laissent entre elles des vides occupés partiellement par les autres espèces dont Sesleria coerulea, Carex alba, Valeriana montana, Polygala chamaebuxus, etc., ont un tout autre aspect, en effet, que les touffes d'Erica carnea.*

2° *Identification - Dénomination.*

Il est tout à fait naturel de rapprocher notre groupement de la sous-association à *Carex ferruginea* de l'*Erico-Mugetum* observée dans le Parc national suisse par BRAUN-BLANQUET (*Erico-Mugetum caricetosum ferrugineae*). Il faut cependant noter que le groupement mauriennais ne comprend absolument pas *Erica carnea* et qu'il est moins hygrophile que son homologue suisse, où se rencontrent *Saxifraga aizoides*, *Parnassia palustris*, *Bartsia alpina*, *Pedicularis verticillata* [BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.), BACH (R.) (1954)].

3° *Répartition - Ecologie.*

Ce qui a été dit de la position respective des pineraies à *Erica carnea* et de celles à *Carex ferruginea*, nous dispensera d'insister sur la répartition de ces dernières dont la place, dans le paysage, est d'ailleurs assez restreinte.

Leur écologie étant tout à fait semblable à celle de l'*Erico-Mugetum* à *Hylocomies*, leur microclimat doit être aussi humide que celui de l'*Erico-Pinetum*, mais plus froid; les sols où nous les avons rencontrées étaient des rendzines, le plus souvent colluviales.

III.3.4. — Vue d'ensemble sur les pineraies de Pin à crochets.

III.3.4.1. — Affinités phytosociologiques.

La très proche parenté qui existe entre pineraies de Pin à crochets et pineraies de Pin sylvestre, et que les tableaux d'association comme les commentaires qui les accompagnaient ont bien mises en relief, entraîne comme corollaire que ce qui a été dit concernant les unes peut être répété, lorsqu'il s'agit des autres.

Les affinités climatiques entre la Haute-Maurienne et certaines vallées des Alpes centrales, dont le Valais, mises en évidence par l'analyse des pineraies de Pin sylvestre se trouvent donc confirmées par celle des pineraies de Pin à crochets.

III.3.4.2. — Evolution - Climax.

La localisation, à exposition sud comme à exposition nord, des pineraies de Pin à crochets sur les seuls sols calcimorphes met en relief une spécialisation plus poussée que celle des pineraies de Pin sylvestre.

A exposition nord, nous pensons que l'*Erico-Mugetum* doit peu à peu laisser la place, à mesure que le sol se décarbonate et se décalcifie, dans l'étage montagnard, sur gypse, à l'*Abietetum albae*; dans l'étage subalpin inférieur à *Piceetum subalpinum* mésophile,

Les pineraies de Pin à crochets
Cercles d'exposition

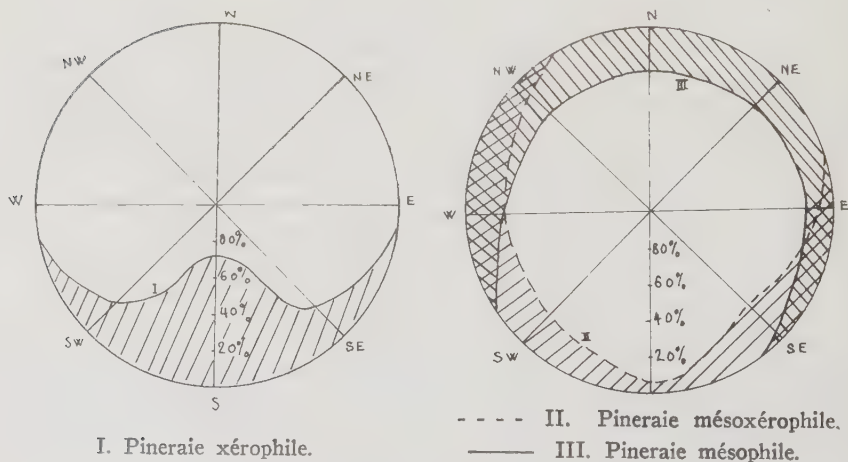
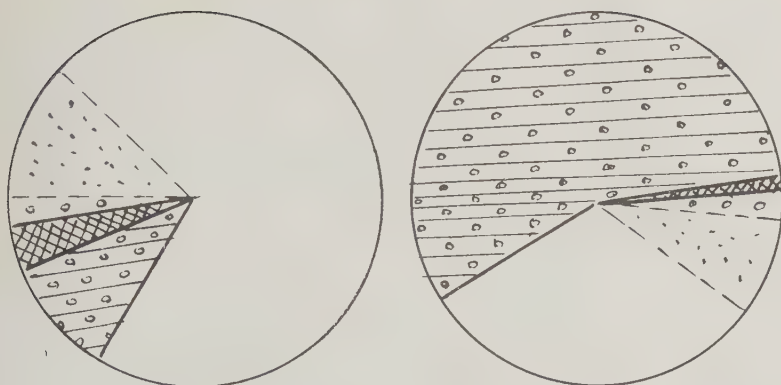


FIG. 34.

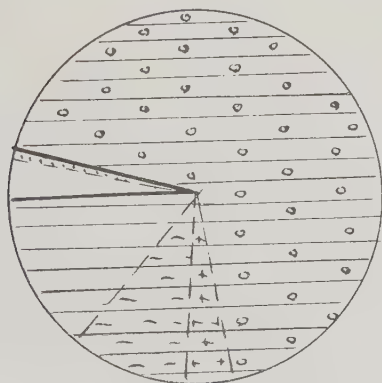
Légende. — Les remarques faites à propos des cercles d'exposition des pineraies de Pin sylvestre sont évidemment pleinement applicables à ceux des pineraies de Pin à crochets.

Les pineraies de Pin à crochets
Spectres floristico-écologiques



I. Ononido-Pinetum uncinatae
 (Relevés 6 à 15)

II. Ononido-Pinetum uncinatae
 ericetosum
 (Relevés 1 à 13)



III. Erico-Pinetum uncinatae hylocomietosum.
 (Relevés 14 à 25)

Xérophiles indifférentes.	Mésophiles d'humus calcique.
Xérophiles de mull calcique.	Mésophiles de mull/moder.
Xérophiles de mull.	Mésophiles de moder ou de mor.
Mésophiles (ou M.X.) indifférentes.	Diverses.

FIG. 35.

Légende. — Les spectres des pineraies de Pin à crochets sont tout à fait comparables à ceux des pineraies de Pin sylvestre.

On notera toutefois que dans la pineraie de Pin à crochets relativement mésophile (à *Erica carnea* et *Hylocomies*) l'abondance-dominance des acidiphiles est sensiblement plus élevée que celle observée dans l'association homologue de Pin sylvestre, l'acidification plus poussée des sols dans l'étage subalpin s'expliquant par les conditions climatiques sévères qui règnent dans cet étage.

dans l'étage subalpin supérieur, à la rhodoraie à Pin Cembro. On a vu que certains relevés montraient nettement cette évolution. Mais il s'agit là, est-il besoin de le dire, d'un processus lent, parce que constamment freiné par l'érosion. Cette dernière joue un rôle primordial sur les roches tendres, gypses en premier lieu et cargneules, de telle sorte que, sur ces roches-mères, les pineraies de Pin à crochets doivent être considérées comme *des associations spécialisées permanentes*.

On peut penser qu'à exposition tournée vers le sud, un processus de même ordre se manifeste.

Dans l'étage montagnard, sur gypse par conséquent, tout porte à croire que le Pin sylvestre doive peu à peu remplacer le Pin à crochets, au fur et à mesure que le sol s'approfondit, même sans décarbonatation; mais ici encore, la friabilité et la solubilité de la roche-mère sont telles, qu'il y a lieu de parler d'association spécialisée permanente; sur la rive droite du torrent d'Ambin, où on rencontre les seuls peuplements xérophiles de Pin à crochets sur gypse, nous n'avons pu saisir cette évolution, car la pente est particulièrement forte et l'érosion considérable.

Dans l'étage subalpin inférieur, sur calcaire plus dur, c'est vers une pessière sèche que doit conduire l'évolution; pessière qui serait certainement marquée par la nature de la roche-mère et qui serait, par conséquent, moins acidiphile que celle rencontrée sur Houiller. Les indices d'une telle évolution apparaissent au canton de la Travestaz, à Termignon (relevés 6 à 9).

Dans l'étage subalpin supérieur, c'est probablement vers une juniperaie à Pin Cembro — qui sera décrite dans un prochain chapitre — que tendrait la pineraie de Pin à crochets xérophile. Mais cette dernière est très peu représentée, car à la limite de l'étage alpin, l'homme a colonisé les adrets; les rares individus que l'on rencontre se trouvent sur le trajet d'avalanches — puissant outil d'érosion — ou au pied d'une falaise de cargneule, source inépuisable de carbonate — de telle sorte que, là aussi, le terme de permanent s'impose également.

III.3.4.3. — Structures sylvicoles - Productions.

Ce qui caractérise les pineraies de Pin à crochets dans le domaine des structures, ce sont les faibles diamètres liés à la fois à la pauvreté du substrat et à la rigueur du climat (pineraies subalpines), soit au seul substrat (pineraies montagnardes sur gypse).

On observe donc, soit des courbes à forme exponentielle, mais très peu « étalées » vers les gros diamètres (courbe n° 1, donnant la structure d'une pineraie mésoxérophile à *Erica carnea* et *Carex humilis* dans l'étage subalpin à Sollières-Sardières), soit des courbes en cloche, montrant que le nombre d'arbres est considérable avec de faibles diamètres, ce qui traduit la stérilité du sol

Les pineraies de Pin à crochets
Structures sylvicoles

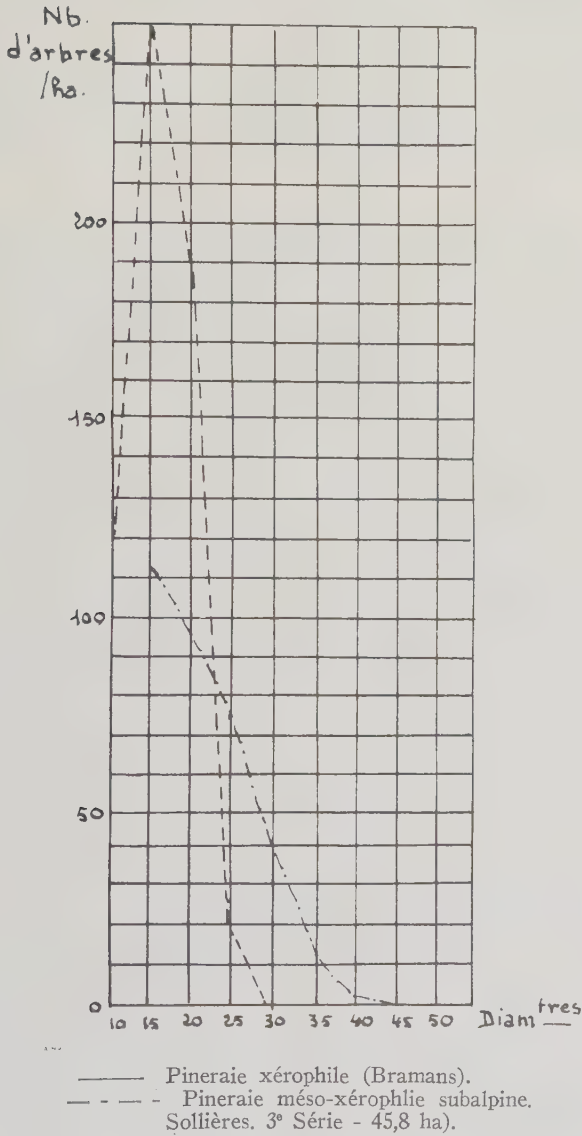


FIG. 36.

Légende. — Ce que l'on doit retenir du schéma ci-dessus — surtout si on le rapproche du schéma analogue concernant les pineraies de Pin sylvestre — c'est la faiblesse des diamètres.

Cette faiblesse est particulièrement nette dans la pineraie xérophile de Bramans située en plein versant sud et sur gypse.

(courbe n° 2 donnant la structure d'une pineraie xérophile, à *Astragalus Monspessulanus* et *Ononis rotundifolia*, dans l'étage montagnard, sur gypse, à Bramans).

L'on ne doit donc pas s'étonner que les productions apparaissent comme désirables: 0,75 m³ par hectare et par an, pour le premier peuplement (tarif Algan n° 3 - 41 m³ à l'hectare), et 0,73 m³ seulement pour le second (tarif Algan n° 2 - 47 m³ à l'hectare).

III.4. — LES SAPINIERES

III.4.1. — Analyse phytosociologique et écologique.

Si, dans le domaine montagnard subatlantique, Hêtre et Sapin sont le plus souvent compagnons fidèles, dans le domaine intra-alpin, le Sapin continue à prospérer et à former des massifs étendus, alors que le Hêtre est totalement — et naturellement — absent. Là, on observe une sapinière à Epicéa, mais sans Hêtre.

Bien qu'elle couvre de grandes surfaces, puisqu'elle s'étend, sur versant nord, de Lanslevillard à Montricher, à l'extrémité aval de notre dition (1), la sapinière, dans son ensemble, présente une physionomie très constante et des variations de composition floristique assez faibles, ce qui n'est pas le cas, comme nous l'avons vu, des pineraies de Pin sylvestre, de Pin à crochets ou de Pin Cembro. Aussi nous a-t-il paru rationnel de ne distinguer qu'une seule unité, comportant un noyau important d'espèces communes, et de mettre simplement en évidence diverses sous-associations, dont l'importance écologique n'est d'ailleurs pas négligeable.

1° Organisation sociologique et composition floristique - Sous-associations et faciès.

Le tableau général d'association fait apparaître un noyau d'espèces communes, et deux groupes principaux de différentielles, dont il sera question ci-après.

Dans le noyau de base, le Sapin et l'Epicéa, dans la strate arborescente, sont à peu près les seules espèces à être représentées, le Sapin possédant presque toujours une abondance-dominance supérieure à celle de l'Epicéa (2).

Dans les autres strates, doivent être d'abord distinguées des espèces comme *Melampyrum silvaticum*, *Luzula nivea*, *Veronica urticifolia*, *Prenanthes purpurea*, *Luzula Sieberi* et *Hieracium muro-rum*, qui sont les plus abondantes et les plus constantes. Il s'agit d'espèces *mésophiles liées à des sols à mull-moder*, plus ou moins lessivés, mais présentant à l'égard du chimisme du sol une certaine

(1) Mises à part les zones à Pin à crochets ou à Pin sylvestre de Sollières et de Bramans sur gypse et cargneule.

(2) Le Mélèze dont la présence est due à l'action humaine s'observe aussi, parfois, dans cet étage.

PLANCHE XI
LES SAPINIÈRES



1

Sapinière d'Aussois.



2

*Trouées de régénération
en forêt de Termignon.*

plasticité. Elles atteignent l'optimum de leur développement dans l'étage montagnard, ce qui ne veut pas dire qu'on ne les observe pas dans l'étage subalpin : les relevés faits dans la pessière subalpine et dans la rhodoraie à Pin Cembro le montrent ; *Veronica urticifolia*, cependant, est, à ce point de vue, la moins plastique et peut être considérée comme une bonne caractéristique de ce type de sapinière.

Les autres espèces du noyau : *Clematis alpina*, *Lonicera nigra*, *Rosa alpina*, nous paraissent présenter une plus grande plasticité, bien que leur écologie rappelle celle des précédentes.

Sont également assez constantes, *Vaccinium Myrtillus*, et surtout une endémique des Alpes occidentales : *Festuca flavescens*; ces deux dernières espèces possèdent, dans le faciès à *Saxifraga cuneifolia*, dont il sera question ci-après, une *abondante différentielle* qu'il importe, dès à présent, de souligner.

On notera, avec intérêt, l'absence ou l'extrême rareté d'espèces, pourtant toujours présentes, dans les sapinières à hêtre (*Abieti-Fagetum*) comme *Actaea spicata*, *Lamium Galeobdolon*, *Melica uniflora*, *Asperula odorata*, *Sanicula europaea*, *Dentaria pinnata*, *Carex silvatica*, etc. sur lesquelles nous avons déjà appelé l'attention.

Au groupe précédemment défini et qui forme le noyau de base, viennent s'agglutiner, *selon les conditions écologiques*, d'autres groupes qui permettent de distinguer des faciès.

Sur roche-mère carbonatée — et l'on verra que, dans les exemples pris, le sol est, lui aussi, quelque peu carbonaté — on rencontre des espèces liées précisément à des sols calcimorphes : *Sesleria coerulea*, *Carex alba*, *Calamagrostis varia*, *Aster Bellidiastrum*, etc. Ces espèces se rencontrent seules, le plus souvent, mais il arrive que parfois, s'ajoutent au cortège, soit *Erica carnea*, soit *Carex ferruginea* (relevés 28-29). On notera qu'il s'agit ici de relevés pris au contact de l'*Erico-Pinetum*, ou de la pineraie de Pins à crochets à *Carex ferruginea*, et qui se présentent comme des *termes de transition* entre ces associations et la sapinière. Ce qu'il y a d'assez remarquable, c'est que, dans de tels individus, le Sapin — de forme médiocre d'ailleurs — est nettement dominant.

Sur roche-mère presque totalement silicatée (schistes et surtout grès du Houiller), les espèces de sols calcimorphes disparaissent très nettement, tandis que font leur apparition des espèces liées à des sols de moder typiques : *Saxifraga cuneifolia*, *Deschampsia flexuosa*; *Festuca flavescens*, qui était très peu abondant dans le faciès précédent, prend une grande importance, déjà soulignée, d'ailleurs; de même les espèces liées de façon optimale à des sols de mor : *Vaccinium Myrtillus* et *Vaccinium Vitis idaea*.

Sur roche-mère mixte (schistes lustrés) c'est-à-dire à la fois silicatée et carbonatée, ni le groupe des espèces de moder calcique, ni celui des espèces de moder acide ne sont vraiment représentés.

Seules figurent les espèces du noyau principal, dont nous avons déjà dit qu'elles nous paraissent liées à des sols lessivés, à mull-modér, tout en présentant une plasticité certaine à l'égard du type d'humus et de la richesse en bases.

Deux autres faciès sont à signaler, qui n'ont — quant à la surface occupée — presque aucune importance, mais qui méritent cependant d'être brièvement analysés :

— *une faciès méso-hygrophile*, qui correspond à de petites cuvettes où la neige séjourne plus longtemps qu'ailleurs, et *un faciès à Festuca silvatica* (cette dernière, toujours rare et localisée), au contact des hêtraies de la bordure aval de notre dition.

La structure est, pour la strate herbacée, du type « diffus » : les espèces sociales, ne forment pas de nappe étendue, ni même de taches ; il s'agit de minuscules bouquets ; *Melampyrum silvaticum* est souvent très dominant, mais comme il s'agit d'une espèce annuelle assez grêle, le sol n'est pas complètement couvert. Emergent de ce tapis lâche, *Veronica urticifolia*, *Hieracium murorum*, et les autres espèces du cortège.

Dans le faciès à *Saxifraga cuneifolia*, que l'on observe dans les gorges houillères où la pente est exceptionnellement forte — se rencontrent de nombreux éboulis, et c'est le plus souvent sur les rochers que se localise, parmi les mousses, dont *Isothecium viviparum*, le Saxifrage à feuilles en coin.

Enfin, dominant les strates herbacées et muscinales le Sapin et l'Épicéa, dont les structures sylvoicoles seront analysées à leur place.

2° Identification - Dénomination.

On sait que, dans la classification de BRAUN-BLANQUET, la sapinière proprement dite n'existe pas et que dans les relevés correspondant à des forêts résineuses de la classe des *Vaccinio-Piceetalia*, *Abies alba* fait toujours figure d'espèce compagne.

La chose s'explique : *Abies alba*, en effet, s'observe — et souvent avec une grande abondance-dominance — à la fois dans certains types de forêts mixtes résineuses et feuillues relevant de l'alliance du *Fagion* (*Abieti-Fageta* divers) et dans d'autres types relevant de l'alliance du *Vaccinio-Piceion*. Cette appartenance à deux unités qui se trouvent elles-mêmes être incluses dans des unités plus vastes n'ayant apparemment pas de rapports (*Quercu-Fageta*, d'une part et *Vaccinio-Piceetea*, de l'autre) a abouti à ne donner au sapin aucune valeur sociologique, ni même écologique et à appeler *Piceeta* des sapinières naturelles, à Épicéa sans doute, mais sans Hêtre et très riches en Sapin. La chose en soi ne serait peut-être pas très grave, si elle n'aboutissait, en fait, à sous-estimer le rôle naturel du Sapin dans certaines de ces associations où à dénommer *Piceeta*, des associations où, de toute évidence, l'Épicéa n'a jamais existé

naturellement, comme dans les Pyrénées (3). A l'inverse, il faut le reconnaître, les forestiers ont eu tendance à appeler sapinières des peuplements riches en Sapin sans doute, mais du fait de l'homme et qui sont, au vrai, des hêtraies à Sapin (*Abieti-Fageta* des phytosociologues).

Ces inconvénients — qui tiennent essentiellement au mode de classification adopté — n'ont pas échappé à certains chercheurs: c'est ainsi que KUOCH (R.) (1954) a appelé *Abietetum albae* des sapinières qui ne sont pas des *Abieti-Fageta* et baptisées par d'autres: « *Piceeta* ». Cet *Abietetum albae* et ses diverses formes doivent donc s'identifier avec le *Piceetum normale* de BEGER (H.) (1922), le *Piceetum montanum galietosum* et le *Piceetum transalpinum* de BRAUN-BLANQUET (J.), avec le *Piceetum abieto-festucetosum*, enfin, de BRAUN-BLANQUET (J.) également. KUOCH a distingué une sous-association à *Melampyrum silvaticum*, avec deux faciès: l'un à *Carex alba*, l'autre à *Saxifraga cuneifolia*; une sous-association à *Festuca silvatica* et *Elymus europaeus* (très proche de l'*Abieti-Fagetum*); une sous-association enfin à *Isothecium viviparum*. A côté de cet *Abietetum albae*, ont été décrits un *Myrtillo-Abietetum* (sur le plateau suisse), un *Equiseto-Abietetum*, enfin un *Adenostylo-Abietetum* et un *Rhododendro-Abietetum*.

Si certains de nos relevés (faciès méso-hygrophile - relevés n° 13 à 18) peuvent être rattachés à l'*Adenostylo-Abietetum* (sous-association *prenanthesosum*), l'ensemble présente les plus grandes affinités avec l'*Abietetum albae melampyretosum* proprement dit, avec ses deux faciès à *Carex alba* et *Saxifraga cuneifolia*. A noter que notre faciès intermédiaire n'a pas été expressément mis en évidence par KUOCH, bien que certains relevés classés dans son faciès à *Carex alba* soient particulièrement pauvres en différentielles de ce faciès et puissent ainsi être considérés comme se rattachant à notre sapinière sur schistes lustrés.

De petites nuances — et qui méritent d'être signalées — font que l'*Abietetum albae* de la Haute-Maurienne, diffère quelque peu de celui défini par KUOCH: *Coronilla Emerus*, *Galium rotundifolium*, *Asperula odorata*, *Festuca silvatica*, *Elymus europaeus* sont assez souvent présentes dans l'association suisse, alors que dans la sapinière de Haute-Maurienne, elles sont absentes; de même *Carex silvatica*, *Euphorbia amygdaloides*, *Ranunculus lanuginosus* qui jouent dans l'*Abietetum albae melampyretosum* de KUOCH, il est vrai, un rôle des plus secondaires. Mais ces différences sont les seules et elles s'expliquent surtout par le fait que les relevés de KUOCH ont été pris sur une vaste surface géographique, et souvent en contact étroit avec les sous-associations plus mésophiles

(3) BRAUN-BLANQUET (J.), ROUSSINE (Mme), NÈGRE (R.) (1951 - 267).

qui font le passage avec l'*Abieti-Fagetum* (sous-association *festucetosum* et *elymetosum*) alors que les nôtres ont été concentrés sur la seule Haute-Maurienne.

Une dernière question se pose : le faciès à *Festuca silvatica* que nous avons distingué doit-il être simplement intégré à la sous-association *Abietetum albae melampyretosum* ou peut-il être rapproché de la sous-association *Abietetum albae festucetosum*? Il s'agit ici, sans doute, d'une nuance secondaire, d'autant plus que les deux sous-associations en cause sont elles-mêmes très proches l'une de l'autre, la seconde étant cependant plus hygrophile avec *Aconitum vulparia*, *Dentaria digitata*, *Ranunculus aconitifolius*, *Gentiana asclepiadea*, etc. Etant donné que, dans notre faciès, *Festuca silvatica* est loin d'être abondante, au contraire de ce qui se passe dans la sous-association suisse et que les espèces citées plus haut n'y figurent pas, il paraît plus rationnel de ne point distinguer de sous-unité. Mais il n'était tout de même pas inutile de signaler ce petit faciès, d'autant plus qu'il se trouve au contact de la zone du Hêtre.

3° Répartition - Ecologie.

a) *Répartition* — Dans son étude sur l'*Abietetum albae*, KUOCH (H.) (1954), indique que cette sapinière colonise toutes les expositions et s'étend, entre 1 200 et 1 700 m d'altitude, aux expositions ensoleillées et entre 1 000 et 1 500 m — aux expositions ombragées.

En Maurienne, la localisation de la sapinière quant à l'exposition est plus étroite ; elle fuit l'exposition sud et se plaît à exposition nord. Quant aux expositions intermédiaires, il est assez curieux de constater que, dans la zone Flysch-Subbriançonnaise, c'est à exposition ouest qu'elle s'observe, le versant d'exposition est étant occupé par une hêtraie thermophile plus ou moins riche en *Epicéa* et en *Pin sylvestre*. A l'amont de notre dition, par contre, au-delà des gorges houillères, c'est l'inverse qui se produit : la sapinière domine à exposition est, les pineraies à exposition ouest. Une telle symétrie dont l'axe se situerait au milieu des gorges houillères et perpendiculairement à la ligne de talweg, paraît s'expliquer par la direction des vents pluvieux. A l'aval, les vents venus de l'Atlantique et qui ont franchi le rideau Sept-Laux - Lauzières viennent buter contre la zone subbriançonnaise allongée du nord au sud ; à l'amont, c'est le régime de la Lombarde qui règne et qui vient de l'est.

Comment expliquer, maintenant, cette absence de la sapinière haut-mauriennaise aux « adrets » ? Nous verrions volontiers l'explication dans le régime des pluies : en Haute-Maurienne, les influences piémontaises ou même méditerranéennes déjà soulignées, font que l'été présente un certain « creux » pluviométrique ; dans les Alpes intermédiaires suisses (en moyen Valais et au nord des

Grisons), les influences continentales font de la saison chaude une saison relativement humide. Dans le premier cas, la sapinière fuyant la sécheresse relative de l'été se localiserait assez strictement aux ubacs — ce qu'elle fait beaucoup plus encore, dans le Briançonnais où le régime est plus franchement méditerranéen — alors que plus à l'est, la relative humidité de la saison chaude lui permettrait une plus large extension (4).

On pourrait aussi penser qu'à exposition sud, les défrichements de l'homme ont éliminé la sapinière ou ont provoqué son remplacement par des pineraies qui ne seraient donc pas climaciques. Une telle explication n'est pas satisfaisante. Que l'action humaine ait accentué la xéricité des versants sud, la chose est probable; mais comment expliquer que, sur les *inflexions secondaires* — et souvent de très faible étendue — du versant général sud, apparaisse la sapinière dès que l'exposition regarde l'est et le nord-est (5), et que, à l'inverse, elle disparaisse sur un versant général nord dès qu'une inflexion secondaire regarde vers l'ouest ou le sud-ouest? Il est extrêmement peu probable que la pression de l'homme ait été plus forte sur de telles surfaces qui sont souvent minuscules.

En altitude, la sapinière s'étend de 950 m environ à 1750 m; son altitude de base est à peu près celle du fond du talweg (elle s'élève donc avec ce dernier), compte tenu du fait qu'il existe toujours une frange semi-forestière, semi-agricole, et d'épaisseur variable, vers le fond de la vallée. Ses limites supérieures ne sont pas faciles à tracer, — autrement que conventionnellement — car le passage avec la pessière subalpine se fait très progressivement et les différences floristiques entre les deux associations ne sont pas marquées. Elle paraît donc s'arrêter un peu à l'amont de Lanslebourg, sans que son étage soit à proprement « laminé »; certains indices (abondance de *Veronica urticifolia*, *Luzula nivea* et de jeunes semis de Sapin, etc.) montrent que plus à l'amont, en forêt de Lanslevillard où l'Épicéa domine nettement, la sapinière doit, vers le bas de la forêt s'entendre, c'est-à-dire en dessous de 1700 m environ, retrouver une place perdue du fait de l'homme.

b) *Climat* — Cette localisation sur versant nord, donne au climat de la sapinière ses caractéristiques essentielles. Lors de l'étude des pineraies — et plus particulièrement de l'*Onomido-Pinetum* — nous avons déjà eu l'occasion de mettre en parallèle certains paramètres de ce microclimat et ceux du microclimat des pineraies.

(4) Cette explication rejoint celle donnée par CARLES (J.) (1953) à propos de la répartition du Hêtre et du Sapin au nord et au sud du Mézenc, sur la bordure orientale du Massif Central. « Le Sapin s'accommode fort mal de cette sécheresse estivale et tend à disparaître dans la mesure où elle se fait plus sentir, à moins qu'un ubac particulièrement frais ne lui permette de franchir ce mois sans dommage. »

(5) Comme sur les flancs du Fort du Sappey, près de Modane, à l'amont des gorges houillères.

Il s'agit d'un microclimat relativement mésophile, aux oscillations thermiques un peu amorties par rapport à celles de la pineraie et où — caractéristique essentielle — le microclimat du sol s'avère être sensiblement plus froid que celui de l'air (6).

On notera aussi que le pouvoir évaporant de l'atmosphère reste au-dessous de celui de la pineraie, ce que corrobore l'étude compa-

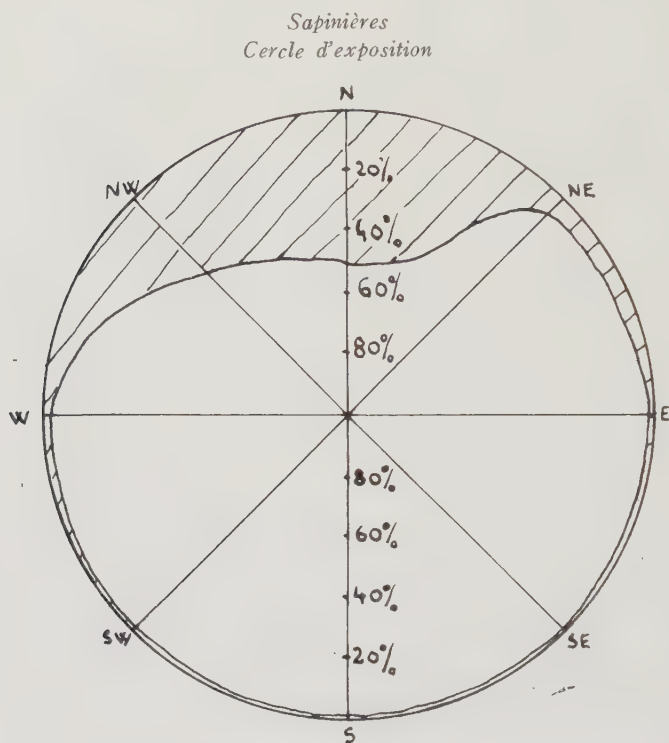


FIG. 37.

Légende. — Quel que soit le type de sapinière, cette dernière se localise très nettement sur les versants exposés au nord.

Les rares sapinières sur versants exposés au sud se trouvent, soit situées sur terrain plat ou presque plat, en prolongement d'une sapinière s'étendant sur un versant secondaire exposé au nord (sapinière d'Aussois), soit situées sur un « faux adret », au fond d'un talweg encaissé (sapinière de la Traves-taz, à Termignon).

rative — fort brève — de l'évaporation directe, mesurée à l'éva-poromètre Piche.

S'il fallait donner un aperçu du climat général de cette sapinière, les relevés déjà traduits en courbes des postes météorologiques de

(6) Tout au moins durant la saison de végétation et aux périodes où nous avons fait nos mesures.

Lanslebourg (1 400 m) (période 1891-1930) et de ceux d'Orelle (830 m) et de Termignon (1 300 m) (période 1949-1958), tous postes situés dans la zone d'altitude de la sapinière, seraient à retenir.

c) *Sols - Chimisme - Etat hydrique.*

Comme pour les autres associations, les sols sont peu profonds, peu évolués. Ce qui les caractérise, par rapport à ceux des pineraies de Pin sylvestre neutrophiles ou des pineraies de Pin à crochets, c'est qu'il ne s'agit plus — sauf dans le faciès à *Carex alba* — de sols calcimorphes, c'est-à-dire carbonatés ou à complexe absorbant saturé, mais de *sols bruns plus ou moins lessivés, soit à mull, soit à mull-moder*; ils diffèrent donc également des sols de la rhodoraie à Pin Cembro ou de la pessière subalpine, qui sont des sols podzologiques, plus ou moins évolués, à humus brut (mor).

Sur roches-mères calcaires et dans le faciès à *Carex alba* et *Calamagrostis varia* (relevés n° 28 à 36), les sols — comme on pouvait s'y attendre — restent encore du type calcimorphe, mais montrent le plus souvent une évolution nette vers un sol brun (sols n° 1 et n° 2).

Sol n° 1 - Forêt d'Aussois.

1^{re} Série - Parcelle F - Altitude: 1 500 m - Exp. Nord - Pente: 60 %
Roche-mère: Calcaire triasique.

Horizons	Profond. de prélèv.	pH	Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers
A ₁	- 2 cm	7,2					
(B) / C	- 20 cm	7,7	17,2	30,2	12,8	12,7	20,6

Horizons	Matière organ.	C	N	C/N	CO ³ Ca total	Fer libre
A ₁	19,6	9,78	0,48	20,4	1,9	1,28
(B) / C	4,0	2,31			9,1	1,97

Sol n° 2 - Forêt d'Aussois.

1^{re} série - Parcelle H - Altitude: 1 600 m - Exp. SE - Pente: 10 %
Roche-mère: Calcaire triasique.

Horizons	Profond. de prélèv.	pH	Argile	Limons	Sables fins	Sables grossiers	Mat. organ.	CO ³ Ca
A ₁	- 5 cm	7,4	17,5	20,5	30,5	5,3	23,8	traces
(B)	- 15 cm	6,6	23,0	22,5	37,9	11,3	4,3	0,9
(B)/C	- 35 cm	7,6	16,0	22,5	33,3	25,1	2,4	23,0

Ils sont très semblables à ceux rencontrés dans *certain*s individus de l'*Erico-Pinetum* ou de l'*Erico-Mugetum* et où s'observaient à côté d'*Erica carnea*, de nombreuses espèces subacidiphiles comme *Melampyrum silvaticum*, *Luzula silvatica subsp. Sieberi*, *Prenanthes purpurea*, *Veronica urticifolia*, etc.

Les différences floristiques entre pineraie à *Erica carnea* sous sa forme la plus acidiphile et sapinière vraie à *Carex alba* — tout particulièrement l'abondance d'*Erica carnea* dans le premier cas et son absence dans l'autre — ne peuvent donc s'expliquer par le chimisme du sol, mais probablement par l'action humaine qui, en ouvrant de vastes trouées dans une sapinière fermée, sur sol calcimorphe, a favorisé le Pin sylvestre et son cortège d'espèces héliophiles, dont *Erica carnea*.

Sur roches-mères mixtes (schistes lustrés), et dans le faciès « moyen » précédemment défini, les sols ne sont plus calcimorphes, mais du type brun, plus ou moins lessivés, à mull ou même à mull-modér.

L'exemple ci-après, pris en forêt de Termignon, et qui correspond à un sol lessivé peu évolué, montre que sous l'influence d'un humus à C/N élevé, le lessivage commence à intervenir (taux de fer croissant avec la profondeur) alors que l'altération superficielle est encore en cours (taux d'argile décroissant avec la profondeur, libération importante et fixation de Ca dans les horizons humiques).

Forêt de Termignon.

Parcelle 8 - Altitude: 1 550 m - Exp. Nord - Pente: 30 %
Roche-mère: Schistes lustrés.

Prof.	Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers			
1,5	A ₀	- 1 cm	6,4				19,0	19,2			
4,5	A ₁	- 4 cm	6,4								
9,5	A ₂	- 7 cm	5,6						18,7	24,4	11,6
50	(B)/C	- 45cm	5,8						8,1	24,4	13,7
Horizons		Matière organ.	C	N	C/N	CO ³ Ca	Fer libre	K échang.	Ca échang.		
A ₀		56,3	28,14	0,82	34,3	0		1,67	58,10		
A ₁		17,5	8,76	0,44	19,9	0	1,05	0,84	33,75		
A ₂		4,6	2,68			0	1,19	0,23	13,42		
(B)/C		1,3	0,78			0	1,30	0,11	2,29		

Sur roches-mères très silicatées — schistes et surtout grès du Houiller, — mais dont nous avons vu lors de l'étude géologique qu'elles n'étaient pas dépourvues de calcium, les sols sont très voisins de ceux précédemment étudiés.

L'exemple ci-après, pris en forêt des Fourneaux, sur grès du Houiller, le montre: la couche A₀ est nette, mais peu épaisse. Son C/N est élevé, mais pas celui de A₁. Le taux de fer augmente légèrement en profondeur marquant un début d'entraînement, tandis que la libération d'une quantité de Ca beaucoup plus importante en surface qu'en profondeur indique une altération encore incomplète des horizons profonds comme une concentration de cet élément dans l'horizon humique.

On a affaire, comme dans le cas précédent, à un *sol brun lessivé*, *peu évolué*, mais développé sur éboulis à assez gros blocs.

Forêt de Fourneaux.

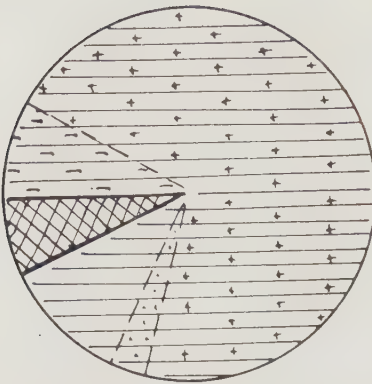
Parcelle E - Altitude: 1400 m - Exp.: Uord - Pente: 20 %

Roche-mère: Grès du Houiller.

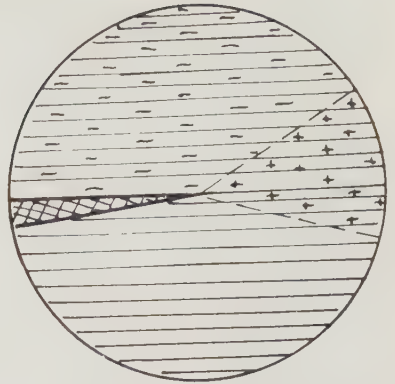
Prof.	Horizons	Profond. de prél.	pH	Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers	
3 cm	A ₀	- 1 cm	6,5						
	A ₁	- 8 cm	5,9	19,4	23,8	14,5	14,8	16,0	
2 cm	C	- 15 cm	4,4	12,3	21,1	12,6	12,0	38,9	
Horizons		Matière organ.	C	N	C/N	CO ³ Ca	Fer libre	K échang.	Ca échang.
A ₀		47,0	28,52	0,80	35,6	0		1,73	60
A ₁		8,9	5,17	0,27	19,1	0	0,68	0,43	20,80
C		1,6	0,92			0	0,81	0,17	1,05

Ce qui explique dans ce faciès la présence de *Saxifraga cuneifolia* et l'abondance de *Festuca flavescens*, localisées, le plus souvent, sur les blocs ou près des blocs, sur un A₀ formé par les mous-
ses, où *Isoetecium viviparum* joue le premier rôle, ce sont les caractéristiques de l'horizon C, au niveau de la zone d'altération de la roche-mère: le pH est sensiblement plus bas que dans le cas précédent comme la teneur en calcium échangeable.

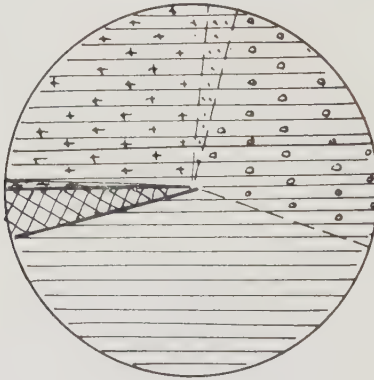
En ce qui concerne l'état hydrique, il faut rappeler les courbes déjà analysées lors de l'étude de l'*Erico-Pinetum* et de l'*Ononido-Pinetum*. Le pF de l'*Abietetum albae* — à — 5 cm comme à — 25 cm — toujours un peu inférieur à celui de l'*Erico-Pinetum* et beaucoup plus encore à celui de l'*Ononido-Pinetum*, montre que, des trois associations, l'*Abietetum albae* est la plus mésophile.



I. *Abietetum albae melampyretosum* typicum (Relevés 1 à 12).



II. *Abietetum albae melampyretosum* à *S. cuneifolia* (Relevés 19 à 27).



III. *Abietetum albae melampyretosum* à *C. alba*. (Relevés 28 à 35).

	Mésophiles de moder et de mor.		Mésophiles de mull calcaïque.
	Mésophiles de mull-moder.		Mésophiles indifférentes (mousses).
	Mésophiles de mull.		Diverses.

FIG. 38.

LES SAPINIÈRES

Spectres floristico-écologiques.

Légende. — Sur schistes lustrés, les espèces liées à un mull-moder dominant alors que sur grès du Houiller, les espèces de moder franc prennent la première place; sur sols bruns calcaires, les espèces liées à un humus calcaïque jouent un rôle non négligeable.

A noter, dans les deux derniers types, l'importance physionomique des mousses.

III.4.2. — Vue d'ensemble sur les sapinières.

III.4.2.1. — Affinités phytosociologiques.

La sapinière vraie à Mélampyre silvatique (*Abietetum albae melampyretosum*) de КУОСН, qui se rencontre, en Suisse, dans les parties moyennes du Valais et de l'Engadine (Zwischenalpen) est donc une association typiquement intra-alpine, encore qu'elle soit remplacée dans les zones les plus continentales (Kontinentale Hochalpen) par une pessière de montagne (*Piceetum montanum melicetosum*), d'où le Sapin est absent.

Sa présence en Haute-Maurienne vient donc confirmer à nouveau les affinités climatiques qui existent entre celle vallée et d'autres, situées plus au cœur de l'Europe Centrale.

Mais, alors que dans les Alpes occidentales françaises, la Maurienne est la seule à posséder, sur une vaste étendue, des associations comme l'*Erico-Pinetum*, ou l'*Erico-Mugetum* (7), on rencontre dans la plupart des autres vallées internes, l'*Abietetum albae*, en Haute-Tarentaise, en Briançonnais, en Ubaye et dans les Alpes maritimes.

III.4.2.2. — Evolution - Climax.

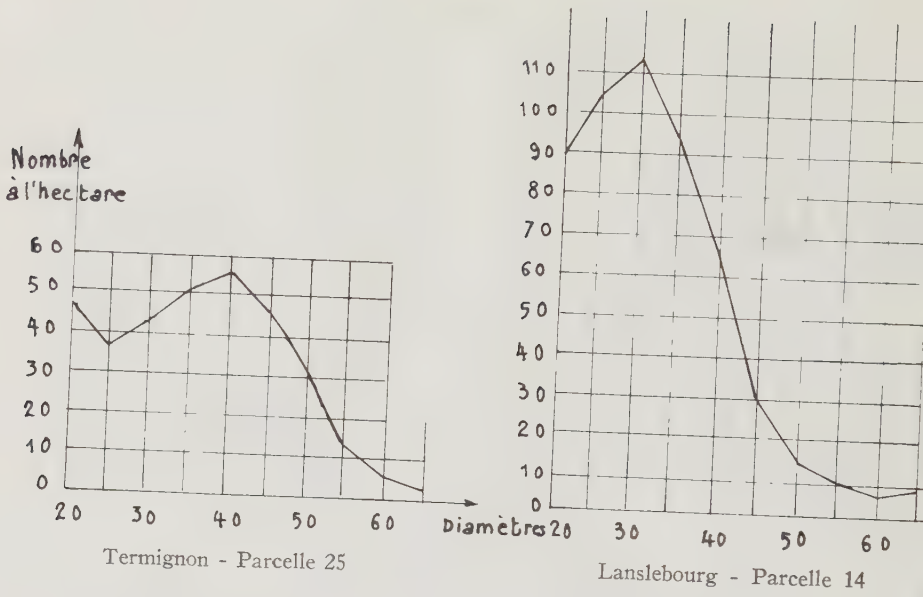
On a vu, à propos des pineraies de Pin sylvestre et de celles de Pin à crochets sur gypse, que la sapinière vraie correspondait certainement, dans l'étage montagnard et sur versant frais, à une association climacique, laissant la place sur les versants les plus secs et les plus chauds, à la pineraie xérophile de Pin sylvestre.

Il s'agit, si l'on veut, d'un climax correspondant à des conditions pédologiques moyennes, alors qu'à la même exposition et dans le même étage, les associations spécialisées édaphiquement de Pin sylvestre ou de Pin à crochets peuvent être considérées — étant donné leur permanence sur laquelle nous avons insisté — comme des « climax spéciaux » ; en montagne, en effet, et en dehors de toute intervention humaine, la végétation forestière, à une exposition donnée dans un étage, ne pouvait pas, à cause des phénomènes d'érosion, ne pas présenter de nombreuses « nuances pédologiques », analogues, en définitive, à celles que nous lui connaissons, l'influence humaine se faisant sentir.

III.4.2.3. — Structures forestières - Productions.

D'une façon générale, les peuplements de l'*Abietetum albae* présentent une structure régulière, surtout dans les grandes forêts de Lanslebourg et de Termignon (forêt d'Arc). Cette structure se traduit évidemment par une courbe d'allure gaussienne (ex. : parcelle 14, de la forêt de Lanslebourg).

(2) Si l'on considère ces associations au sens strict, c'est-à-dire caractérisées par la présence d'*Erica carnea*.



Nb. d'arbres/ha.

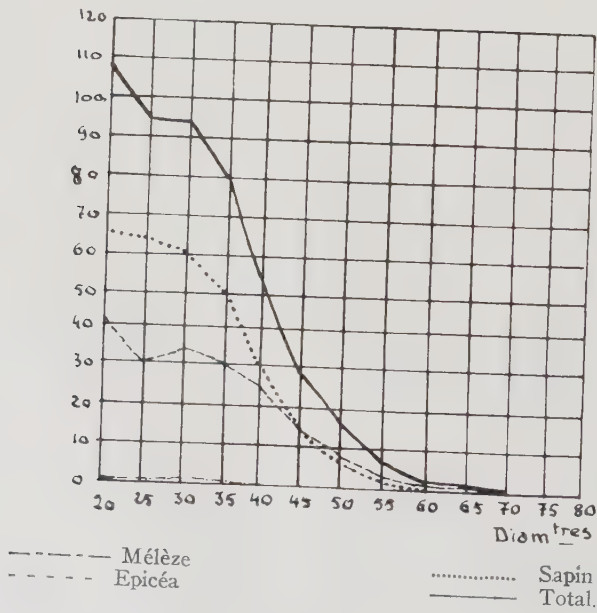


FIG. 39.
Sapinières
Structures sylvicoles

Le but poursuivi par le forestier étant d'obtenir une structure jardinée, on conçoit que des trouées plus ou moins vastes soient assises partout où se manifeste une régénération vigoureuse. Cet effort se traduira — et se traduit parfois, dès maintenant — par un relèvement, sur les courbes, du nombre des arbres de petit diamètre (ex. : parcelle 25, de la forêt de Termignon).

L'échantillonnage de 103 hectares en forêt de Lanslebourg montre que la production de la sapinière vraie est relativement élevée : $4,8 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ (tarif Algan n° 8 - volume à l'hectare : 380 m^3).

Légende. — Que l'on considère la structure de parcelles envisagées comme des unités autonomes ou celle d'un ensemble de parcelles (fig. 39), les sapinières de la Haute-Maurienne apparaissent comme très peu chargées en gros bois (0,70 m de diamètre et au-delà), mais présentent, par contre, une proportion excessive de bois moyens (0,30 à 0,40 m de diamètre).

Une telle structure résulte d'une action humaine assez intense qui, avant le rattachement de la Savoie à la France, a éliminé systématiquement tous les gros bois en favorisant indirectement une régénération puissante, puis du rôle protecteur des forestiers qui ont laissé se développer et s'enrichir une futaie déséquilibrée au départ.

Il appartient maintenant à ces derniers, en augmentant les possibilités, de passer d'une phase d'enrichissement à une phase de régénération, mais non d'une façon massive, de manière à atteindre le plus tôt possible, une structure jardinée équilibrée et qui se traduira par une courbe exponentielle.

La courbe générale montre, en outre, le rôle respectif que jouent la sapinière sur schistes lustrés, les deux essences : sapin et épicéa. On notera que cette dernière espèce est mieux représentée dans les gros diamètres, ce qui traduit, à notre avis, une influence humaine ancienne.

A la suite de coupes abusives, signalées ci-dessus, l'épicéa s'est reproduit, plus puissamment que le sapin ; ce dernier, par contre, s'est, par la suite, beaucoup plus régénéré que son congénère. On doit penser qu'un équilibre s'établira entre les deux essences, sans qu'il y ait lieu de parler d'alternance ; le sapin dominera constamment l'épicéa, dans une proportion difficile à fixer et variable selon les stations, sans que l'épicéa, d'ailleurs, disparaisse. Les bouquets mixtes de régénération sont d'ailleurs, actuellement, très fréquent et traduisent cet équilibre.

III.5. — LES PESSIERES

Si l'on faisait le bilan de l'importance de chaque essence, dans les forêts de la Haute-Maurienne, l'Epicéa [*Picea excelsa* (Lamk) Link] arriverait certainement en tête. C'est en effet, la seule espèce arborescente à être représentée à peu près dans toutes les associations, et si elle est rare dans la rhodoraie à Pin Cembro et dans la plupart des pineraies de Pin sylvestre, elle est constante et souvent abondante dans la sapinière et dans certains faciès des pineraies de Pin à crochets. En outre, elle est dominante absolue dans des associations auxquelles elle doit donner son nom : les pessières.

Contrairement à ce qui se passe dans certains secteurs des Préalpes de Savoie ou de Haute-Savoie, où l'Epicéa fait figure d'envahisseur et arrive à dominer dans un étage, qui est celui du Hêtre ou du Sapin et du Hêtre, les pessières de la Haute-Maurienne sont localisées dans l'étage *subalpin*.

Ces pessières colonisent toutes les expositions, mais il est bien certain que celles de versant sud présentent par rapport à celles de versant nord des différences notables qui font que doivent être distinguées des pessières d' « adret » ou xérophiles et des pessières d' « envers », mésophiles ou mésohygrophiles. Entre les deux extrêmes, on peut rencontrer des types de transition, assez rares d'ailleurs étant donné que les grands versants d'expositions « intermédiaires » sont faits de roches-mères carbonatées et sont occupés essentiellement par des pineraies de Pin sylvestre et de Pin à crochets, comme on l'a vu.

III.5.1. — Les pessières xérophiles.

1° Organisation sociologique et Composition floristique - Sous-associations.

Comme le montrent certains relevés du tableau général (relevés n° 1 à 6), existe, *sur schistes lustrés*, à l'amont de Termignon, une pessière xérophile à flore relativement pauvre.

Dans l'ensemble, les peuplements correspondant à ce type sont assez jeunes (80 ans environ), souvent très denses et de structure très régulière. Encore peu évolués, ils se sont développés brutalement sur d'anciennes friches à moutons, plus ou moins envahies

PLANCHE XII
LES PESSIERES



Pessière subalpine xérophile à *Vaccinium Vitis-idaea* sur schistes du Houiller.

Une trouée de régénération.
Forêt de Saint-André



Pessière subalpin xérophile à *Vaccinium Vitis-idaea* sur schistes du Houiller.

Forêt de Saint-André
Un beau peuplement.

par la busserole: leur densité est telle qu'elle a étouffé toute végétation ou presque et il faudra attendre, pour les mieux étudier, qu'ils aient vieilli et se soient irrégularisés.

Dans les rares endroits, où le tapis végétal arbustif et herbacé subsiste et se développe, on constate que sa flore rappelle assez bien celle de la pineraie subalpine de Pin à crochets, sur sol calcimorphe; mais ici, la richesse en éléments silicatés de la roche-mère élimine le Pin à crochets au profit de l'Epicéa.

Sur grès et schistes du Houiller et sur quartzites triasiques, entre Saint-Michel-de-Maurienne et le Bourget, et contrairement à ce que l'on observe sur schistes lustrés, un autre type de pessière xérophile subalpine présente tous les signes d'un peuplement installé là depuis les temps les plus reculés: il s'agit d'un groupement *acidiphile* (relevés n° 7 à 15).

Dans la strate arborescente, il y a dominance presque absolue de l'Epicéa; seuls le Pin Cembro, vers le haut de l'étage, et le Pin sylvestre, vers le bas, se mélangent à lui, mais en restant toujours très subordonnés; le Mélèze est totalement absent.

Dans les autres strates, les groupes écologiques les mieux représentés sont ceux des *xérophiles* et des *mésoxérophiles acidiphiles*: on retrouve dans ce type de pessière certaines xéro-acidiphiles rencontrées dans la pineraie de Pin sylvestre sur ranker à moder, telles *Phyteuma betonicifolium*, *Silene rupestris*, etc; s'y ajoutent des subalpines comme *Laserpitium Halleri*. Dans le groupe des mésoxérophies, est à retenir la dominance de *Vaccinium Vitis-idaea*, qui donne aux strates inférieures leur physionomie, alors que *Vaccinium Myrtillus* est très nettement subordonné.

Se joignent aux groupes des acidiphiles, un cortège, assez maigre d'ailleurs, de xérophiles indifférentes quant au type d'humus et quelques mésophiles ou même mésohygrophiles de mull, dont la présence — toujours discrète — s'explique par l'hétérogénéité du milieu: il existe, en effet, dans la pessière xérophile, des microstations abritées où règnent des conditions rappelant celles du versant général opposé.

Comme on peut s'y attendre, le spectre floristico-écologique de la pessière sur sol subcalcimorphe rappelle celui de la pineraie de Pin à crochets, tandis que le spectre de la pessière acidiphile rappelle à la fois ceux de la pineraie de Pin sylvestre et de la pineraie de Pin Cembro acidiphiles.

2° Identification - Dénomination.

Il serait évidemment prématuré de vouloir donner un nom au premier des deux groupements analysés — bien qu'il ne paraisse pas avoir été déjà décrit — car il s'agit d'une association en pleine évolution, comme il a été dit et qui méritera d'être revue ultérieurement.

La seconde sous-association, acidiphile, est à rapprocher, par contre, du *Piceetum subalpinum vaccinetosum Vitis-idaea* décrit par BRAUN-BLANQUET (J.), PALMANN (H.) et BACH (R.), en Engadine (1954). Si l'on met en parallèle notre tableau et celui des auteurs suisses, on constate tout de suite qu'il s'agit, dans les deux cas, d'une pessière subalpine sèche, floristiquement assez pauvre, où *Vaccinium Vitis-idaea* domine, alors que *Vaccinium Myrtillus* joue un rôle secondaire.

A noter toutefois que le groupement de la Haute-Maurienne apparaît dans l'ensemble comme plus xérophile que son homologue suisse, non seulement par rapport à la variante à *Peltigere aphota* et *Hylocomies* la plus mésophile, mais également par rapport à la variante qui se caractérise, selon BRAUN-BLANQUET lui-même, par la rareté des caractéristiques (Charakterartenarme variante). Certaines espèces mésophiles, comme *Veronica urticifolia*, *Luzula silvatica* subsp. *Sieberi*, *Calamagrostis villosa*, qui figurent avec une certaine constance dans les relevés suisses, ne se rencontrent dans les nôtres qu'avec une constance sensiblement plus faible. Il en est de même de *Larix decidua*, dont nous avons souligné l'absence dans notre association, mais qui se montre très fréquent dans l'association suisse, quoique avec une abondance-dominance faible, puisqu'elle n'atteint qu'e rarement, deux.

3° Répartition - Ecologie.

Les pessières subalpines sèches — qu'il s'agisse de la pessière à *Carex humilis* et *Polygala chamaebuxus* ou de celle à *Vaccinium Vitis-idaea*, — se localisent aux expositions sud, la première sur schistes lustrés, la seconde sur grès et schistes du Houiller.

Cette dernière s'étage, en altitude, entre 1 800 m et 2 000 m environ; vers le bas, elle passe à la pineraie xérophile acidiphile déjà analysée et vers le haut, elle est relayée par la pineraie de Pin Cembro à *Juniperus nana*.

Sur schistes lustrés, l'occupation humaine dans l'étage subalpin supérieur, et même dans la partie haute de l'étage subalpin inférieur, fait que la pessière s'arrête plus bas que dans les gorges houillères et qu'elle se trouve en contact soit avec des pelouses pâturées ou fauchées, soit avec une lande à base de busserolle, toutes formations qui occupent, selon toute vraisemblance, le sous-étage du Pin Cembro. Vers le bas, la pessière passe à la pineraie xérophile de Pin sylvestre à *Ononis rotundifolia*.

Latéralement, les pessières xérophiles ne sont en contact avec aucun groupement forestier: à l'amont, en effet, au-delà de Lanslevillard, l'occupation humaine (chalets d'alpage) et un régime sévère d'avalanches ont éliminé complètement la forêt sur tout le versant sud; il en est de même à l'aval, après Orelle, autour des divers hameaux du Thyl, mais où seule a pratiquement joué l'action humaine.

En l'absence de mesures microclimatiques de l'air et du sol, on retiendra la pluviosité au fort du Sappey, situé sur un verrou accolé au versant général sud, au-dessus de Modane, à 1 750 m d'altitude, c'est-à-dire au niveau de la pessière xérophile. Alors que, pendant la même période d'observations la pluviosité à Modane — au pied de la pineraie de Pin sylvestre — a été de 641 mm, elle a été au Sappey de 734 mm. Le microclimat de la pessière xérophile — comme son climat local — doivent donc rappeler ceux de la pineraie de Pin sylvestre xérophile, mais être plus froid, et plus humide, donc moins brutal.

En ce qui concerne les sols, nous n'avons retenu que les profils de ceux de la pessière acidiphile: les sols de la pessière sur schistes lustrés sont, en effet, très peu évolués et correspondent à des sols bruns jeunes de pelouse, surmontés, sous les peuplements les plus denses, d'une petite couche de A₀.

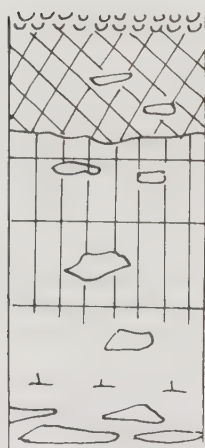
Les sols de la pessière à airelle rouge montrent, par contre, une évolution plus marquée: ils sont tous de type podzolique, mais à horizons « ramassés ». Il s'agit soit de *sols ocres podzoliques* jeu-

Pessière subalpine xérophile

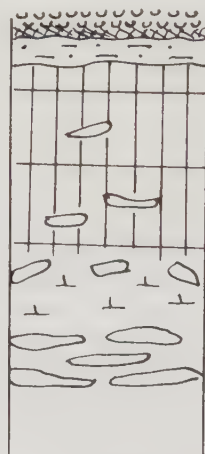
Sol n° 1

e = 1/10

Sol n° 2



Sol ocre podzolique.



Sol podzolique.



Humus brut.



Moder.



Horizon cendreux lessivé.



Argile.



Fer ferrique (rouille).



Zone d'altération.

FIG. 40.

nes (sol n° 1 - relevé floristique n° 3), à horizon A₂ pratiquement inexistant, soit de *sols podzoliques jeunes* un peu plus évolués, à horizon A₂ net, mais de faible épaisseur (sol n° 2 - relevé floristique n° 7).

Description morphologique (fig. 40)

Sol n° 1.

- A₀ (0 - 3 cm) — horizon humifère noirâtre - structure fibreuse - feutrage de racines d'airelle rouge.
 A₁ (4 - 12 cm) — horizon humifère, brun-gris - texture limoneuse - structure particulière - racines d'Epicéa.
 B (13 - 40 cm) — horizon rouille brunâtre - texture limoneuse - nombreux fragments de schistes (30 % du volume).

Sol n° 2.

Les horizons A₀, A₁, B₁ sont tout à fait semblables à ceux du sol précédent.

Mais un horizon A₂, cendreuse, gris, de texture limono-sableuse et de structure particulière s'observe, en un mince liséré, sous l'horizon humifère.

Analyse sommaire

Sol 1 - Relevé floristique n° 19 - sol ocre podzolique

Horizons	Epaisseur	pH	C	Mat. org.	CO ³ Ca	Ca éch.	Fer
A ₀	3 cm	4,4	45,34	77	Néant	26,5	
A ₁	12 cm	4,1	3,22	5,4	Néant	4,3	0,98
B	40 cm	4,3	0,28	1,6	Néant	2,1	1,01

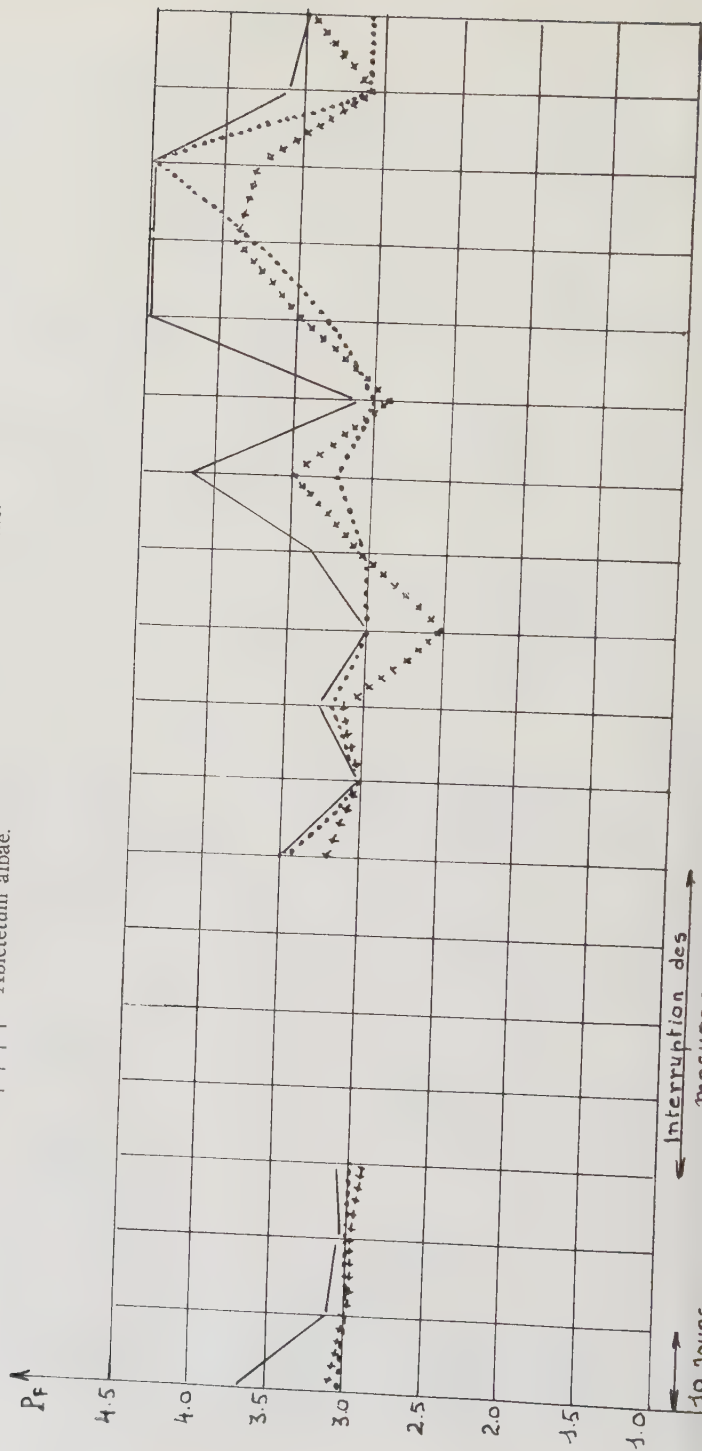
Sol 2 - Relevé floristique n° 20 - sol ocre podzolique

Horizons	Epaisseur	pH	C	Mat. org.	CO ³ Ca	Ca éch.	Fer
A ₀ /A ₁	2 cm	4	40,76	69,3	Néant	3,5	
A ₂	2 cm	3,7	2,46	4,1	Néant	2,3	0,72
B sup. ^r	30 cm	4,2	1,47	2,5	Néant	1,1	1,12
B inf. ^r		4,2	1,62	2,7	Néant	1,2	1,84

Alors que la pineraie acidiphile de Pin sylvestre repose sur un ranker à moder, on notera qu'à altitude plus élevée, et bien que l'essence soit moins podzolisante, on a affaire à un sol podzolique — ou ocre podzolique — à *mor*. Ceci nous paraît tenir à plusieurs

Potentiel capillaire à -0,05 m

Ononido-Pinetum
Piceetum subalpinum
+v+v+v+ vaccinietosum vitis-idaeae.
Abietetum albae.



++++
Abietum albae.

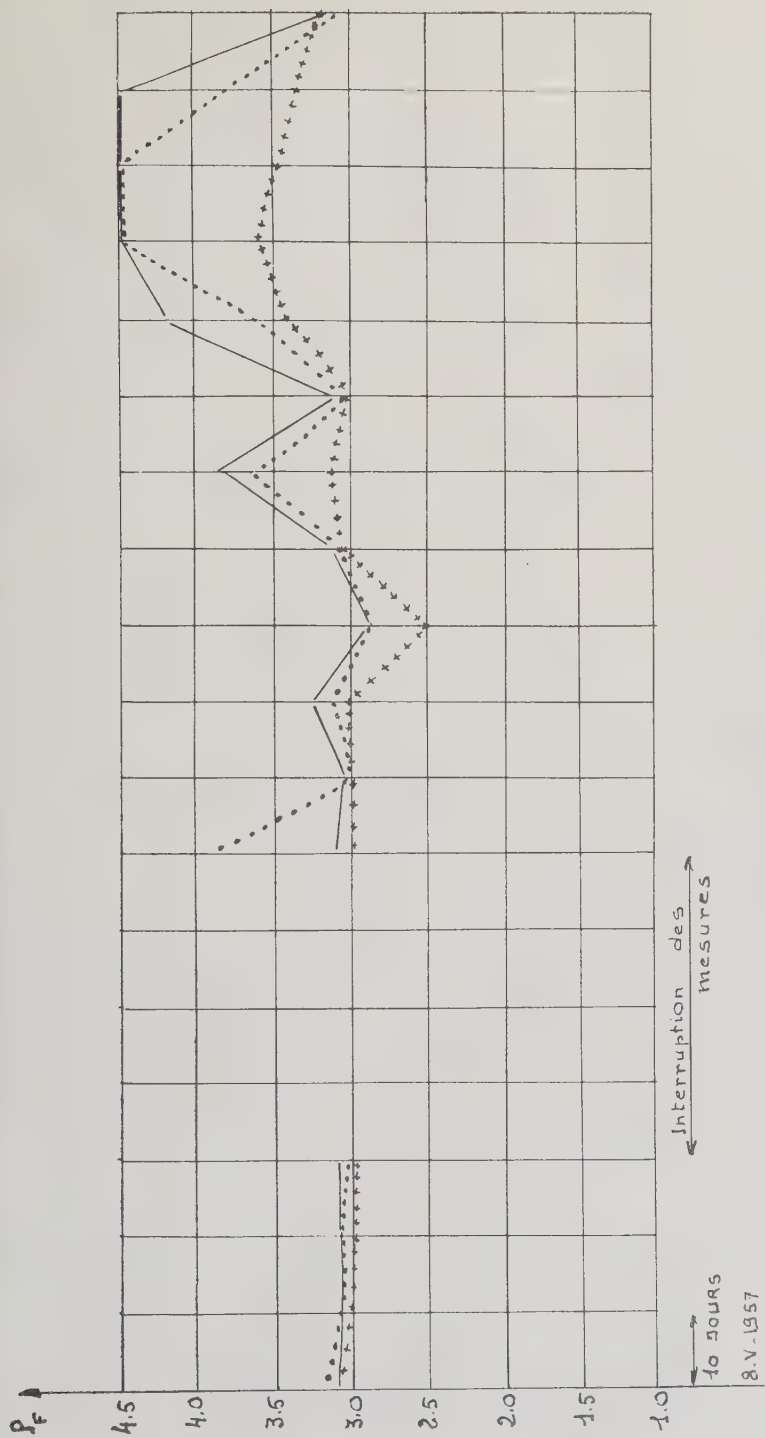
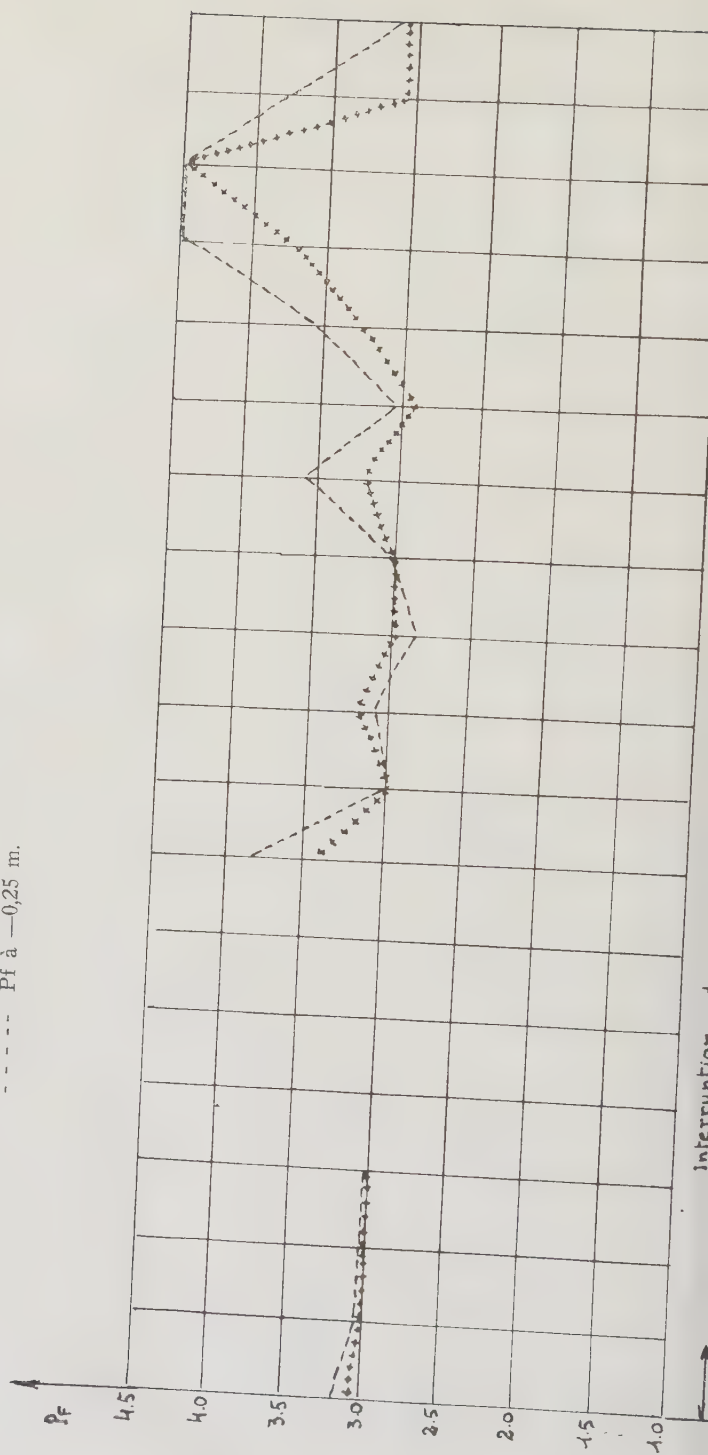


FIG. 41.

Pessière subalpine à Aïrelle rouge
Microclimat - Potentiel capillaire

Piceetum subalpinum vacinietosum Vitis-Idaeae.

++++ Pf à -0,05 m.
 ---- Pf à -0,25 m.



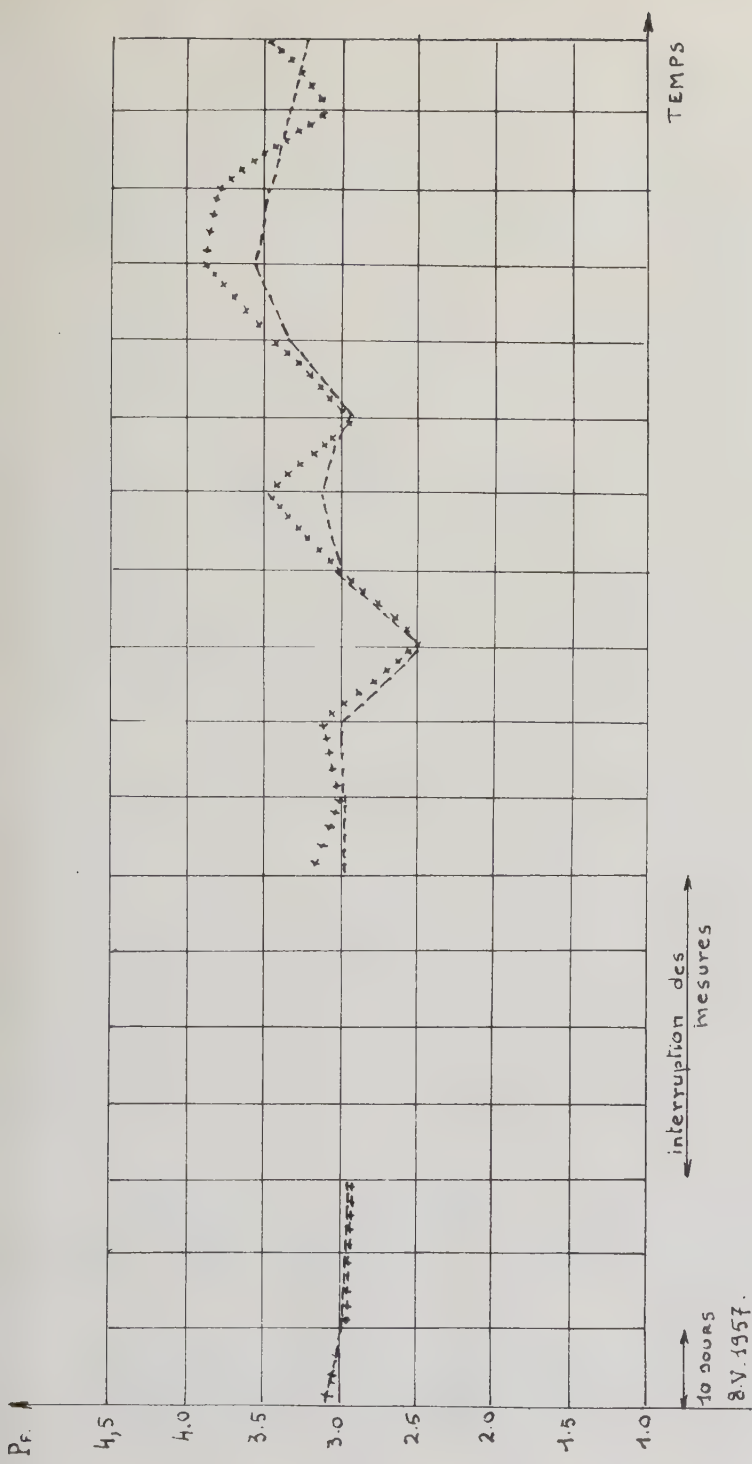


FIG. 42.
Pessière subalpine à Airelle rouge
 Potentiel capillaire à $-0,05$ et $-0,25$
 Comparaison avec celui de l'*Abiétetum albae*.

raisons : d'une façon générale, les pentes où se rencontre la pineraie, sont sensiblement plus fortes que celles où s'observe la pessière : l'érosion y joue donc un plus grand rôle : l'humidité et le froid sont, en outre, plus élevés au niveau de cette dernière : l'humus doit donc s'y décomposer plus lentement ; enfin, et surtout sans doute, la pessière est nettement plus riche en Ericacées, dont le rôle dans la podzolisation — et toutes choses égales d'ailleurs — nous paraît primordial.

Mais, on observera que les sols restent peu évolués : un tel caractère s'explique sans doute par l'érosion, mais aussi par la sécheresse du mésoclimat qui est elle-même à l'origine du faible développement des Ericacées acidifiantes.

L'étude du potentiel capillaire à — 0,25 m de profondeur montre que le sol de la pessière subalpine à Airelle rouge est moins sec, comme on pouvait s'y attendre, que celui de la pineraie de Pin sylvestre à *Ononis rotundifolia*, et qu'il est sensiblement plus sec que celui de la sapinière vraie. Près de la surface, par contre, à — 0,05 m, le phénomène est moins net, bien que dans l'ensemble, la même hiérarchie s'observe. Si l'on se réfère aux données correspondant aux observations n° 8 à 14, il semble, en effet, que, près de la surface, l'humus brut de la pessière subalpine et le moder qui lui succède en profondeur, jouent plus que le mull de la sapinière, un rôle de « volant hydrique » (fig. 41).

Ce rôle apparaît plus nettement — étant entendu qu'il s'agit là d'un fait qui appellera, pour être confirmé, de nombreuses mesures — si l'on met en parallèle, pour chacune des deux associations, les courbes du pF à — 0,05 m et à — 0,25 m. On constate que le sol de la pessière subalpine est plus sec en profondeur qu'en surface, alors que celui de la sapinière est plus sec en surface qu'en profondeur. Ces résultats — très fragmentaires — viendraient confirmer l'une des conclusions de ROUSSEAU (L.-Z.) obtenues à l'occasion de l'étude de l'influence du type d'humus sur le développement des plantules de sapin (1959), à savoir que le mull est plus perméable que le moder, le complexe colloïdal argilo-humique dans ce type d'humus étant peu hygrophile (fig. 42).

III.5.2. — Les pessières mésophiles et mésohygrophiles.

1° *Organisation sociologique¹ et composition floristique - Sous-associations.*

Pour « situer » d'une façon générale les pessières mésophiles ou mésohygrophiles, il importe de les comparer à celle de versant sud, mais aussi aux sapinières à Epicéa de l'étage montagnard, sur versant nord, qu'elles relaient dans l'étage subalpin.

Le tableau général des relevés dans les pessières fait apparaître trois faits essentiels :

les groupes écologiques xérophiles — qui englobent les espèces xéro-acidiphiles, les xéro-calciphiles et les indifférentes — bien représentés dans les deux types de pessière xérophile, disparaissent totalement dans les pessières mésophiles,

le groupe des mésophiles, par contre, est beaucoup plus étoffé dans les pessières fraîches que dans les autres ; si certaines espèces sont présentes dans les deux groupes d'associations, certaines, comme *Saxifraga cuneifolia*, *Festuca flavescens*, sont localisées dans l'association mésophile, tandis que d'autres y connaissent une plus grande constance et une plus grande abondance, telles *Calamagrostis villosa*, *Homogyne alpina*, *Vaccinium Myrtillus* : A l'inverse, on observera le recul de *Vaccinium Vitis-idaea* dont la dominance n'est supérieure à celle de *Vaccinium Myrtillus* que dans des relevés de transition (relevés n° 17 et 18) pris, il faut le noter, sur un versant secondaire tourné vers l'est, du versant général sud. Le groupe des mésohygrophiles, enfin, est très nettement plus étoffé, comme on pouvait s'y attendre, surtout dans la sous-association à *Adenostyles Alliariae* et *Cicerbita alpina*.

Par rapport à la sapinière vraie (*Abietetum albae*), les différences sont moins nettes et cela se conçoit si l'on veut bien retenir que le passage d'une association à l'autre, sur un même versant, se fait selon des transitions insensibles, alors que d'un versant à l'autre, et dans le même étage, les transitions sont plus brutales.

Des différences n'en existent pas moins et elles méritent d'être soulignées :

Tout d'abord apparaissent dans la pessière subalpine, un certain nombre d'espèces subalpines ou même alpines qui ne se rencontrent pratiquement pas dans la sapinière, telles *Soldanella alpina*, *Ajuga pyramidalis* et surtout *Calamagrostis villosa*, *Rhododendron ferrugineum* (ces deux dernières espèces qui sont assez rares dans l'étage subalpin inférieur, prennent tout leur développement dans le sous-étage du Pin Cembro). A l'inverse, certaines espèces rencontrées dans l'*Abietetum albae*, comme *Carex digitata*, *Phyteuma spicatum* tendent à disparaître dans l'étage subalpin, tandis que d'autres, comme *Veronica urticifolia*, *Luzula nivea*, subsistent mais avec une abondance-dominance sensiblement affaiblie.

Quoi qu'il en soit de ces différences, positives ou négatives, on retrouve dans la pessière subalpine fraîche des sous-associations analogues à celles de la sapinière à Epicéa ; il s'agit donc, véritablement, d'unités vicariantes subalpines, proches de celles observées dans l'étage montagnard.

Une sous-association type sur schistes lustrés, d'abord riche en mésophiles de mull-moder, où *Calamagrostis villosa* est bien représentée,

PLANCHE XIII

LES PESSIERES



Pessière subalpine mésophile
avec trouée à *Epilobe*
au premier plan.



Pessière subalpine mésophile.
Structure jardinée.
Forêt de Lanslebourg.

Une sous-association à *Saxifraga Cuneifolia* qui est presque totalement localisée dans les gorges houillères et qui se caractérise par une grande richesse en mésophiles de moder.

Une sous-association mésohygrophile, au contact de l'*Alnetum viridis*, riche en espèces de l'*Adenostylon*. Dans ce dernier groupement et bien que, dans l'ensemble la végétation donne l'impression d'un tout homogène, on se trouve à la limite d'une répartition en mosaïque. Les éléments liés à un humus brut ou à un moder (*Festuca flavescens*, *Vaccinium Myrtillus*) se localisent le plus souvent, en effet, près des troncs et sur les souches ou autour d'elles, où ils trouvent des conditions pédologiques qui leur conviennent particulièrement. On constate, d'autre part, que certaines petites dépressions de quelques mètres carrés seulement sont exclusivement occupées par *Adenostyles Alliariae* et *Cicerbita alpina*; dans ces dépressions, à peine prononcées pourtant, mais où la neige subsiste plus longtemps qu'ailleurs, la régénération de l'*Epicéa* s'avère particulièrement difficile. On peut donc les assimiler dans une certaine mesure — et bien qu'elles soient minuscules — à celles observées dans certaines forêts du Haut-Jura ou de la Chartreuse où le dessin de la mosaïque est infiniment plus net et où vivent côte à côte, dans des milieux édaphiques très différents, l'*Asplenio-Piceetum* et le *Cicerbito-Adenostyletum*.

2° Dénomination - Identification.

Nous avons vu que la pessière subalpine acidiphile de versant sud, s'identifiait avec le *Piceetum subalpinum vaccinitosum Vitis-idaeae* de BRAUN-BLANQUET (J.), PALMANN (H.) et BACH (R.) (1954). L'homologue de ce *Piceetum* sur versant nord (8) est le *Piceetum subalpinum myrtilletosum* décrit en Suisse, en Autriche et en Italie par divers auteurs. Notre groupement peut-il être rapporté à cette pessière?

Il est de fait que BRAUN-BLANQUET a ainsi appelé un individu dont le relevé a été pris au-dessus de Lanslebourg, en Haute-Maurienne, sur schistes lustrés (1961). Ce relevé dont nous donnons ci-après le détail, s'intègre parfaitement dans notre groupement (9).

Caractéristiques de l'association:

2.3. <i>Festuca flavescens</i>	+ <i>Luzula Luzulina</i> (syn. <i>L. flavescens</i>)
+ <i>Lonicera nigra</i>	

Caractéristiques d'alliance (Vaccinio-Piceion):

4.1. <i>Picea excelsa</i>	+ <i>Luzula silvatica</i>
2.1. <i>Melampyrum silvaticum</i>	+ <i>Veronica latifolia</i>

(8) Mise à part la forme mésohygrophile qui, malgré sa structure, peut être rapportée à un *Adenostylo-Piceetum*.

(9) Le premier chiffre correspond à l'abondance-dominance; le second à la sociabilité.

Caractéristiques d'ordre (Vaccinio-Piceetalia):

- | | |
|--------------------------------|---|
| 2.1. <i>Hieracium murorum</i> | 1.1. <i>Homogyne alpina</i> |
| +2. <i>Vaccinium Myrtillus</i> | +2. <i>Vaccinium Vitis-idaea</i> |
| + <i>Pirola secunda</i> | + <i>Rosa pendulina</i> (= <i>R. alpina</i>) |
| + <i>Rubus saxatilis</i> | |

Compagnes:

- | | |
|--|--|
| 1.1 <i>Larix decidua</i> | 1.2. <i>Veronica officinalis</i> |
| + <i>Hepatica nobilis</i> (= <i>H. triloba</i>) | + <i>Pulsatilla alpina</i> subsp. <i>sulphurea</i> |
| + <i>Sorbus Aucuparia</i> | + <i>Soldanella alpina</i> |
| + <i>Phyteuma Halleri</i> | + <i>Prenanthes purpurea</i> |
| + <i>Hieracium prenanthoides</i> | (+) <i>Clematis alpina</i> |
| (+) <i>Ranunculus montanus</i> | (+) <i>Viola silvestris</i> |
| 2.3/2 <i>Rhytidadelphus triquetrus</i> | 1.2. <i>Dicranum scoparium</i> |
| +2. <i>Hylocomium proliferum</i> | |

Si l'on rapproche, d'autre part, notre tableau de celui établi assez récemment en Suisse par BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) (1954), on constate que l'on retrouve dans les deux cas bon nombre d'espèces communes appartenant soit à l'alliance du *Vaccinio-Piceion* comme: *Melampyrum silvaticum*, *Calamagrostis villosa*, *Luzula silvatica* ssp. *Sieberi*... soit à l'ordre des *Vaccinio-Piceetalia*, et même des espèces appartenant à l'une ou l'autre de ces deux unités et considérées comme caractéristiques de l'association, telles *Lonicera nigra* ou *Pirola uniflora*.

Cependant — et c'est là où nous voulions en venir — notre groupement diffère tout de même du *Piceetum subalpinum myrtilletosum* type, par l'absence totale de certaines espèces considérées d'ailleurs — en plus de celles déjà citées — comme caractéristiques de l'association à savoir: *Lycopodium annotinum*, *Listera cordata*, *Ptilium crista-castrensis* et par le développement relativement faible de *Vaccinium Myrtillus*.

Or, ces espèces ont une signification écologique des plus nettes: ce sont des orophiles étroitement liées à un humus brut assez riche en eau, proche de l'hydromor. Leur absence dans notre groupement tient au fait que les sols de la pessière subalpine mésophile de notre dition ne sont pas des sols à humus brut vraiment caractérisé et épais, mais, soit des sols à mull-moder ou à moder, soit des sols à mor de faible épaisseur, très peu évolués, très jeunes.

Pour expliquer ce caractère, il paraît difficile, *a priori*, d'incriminer le climat, puisque la pessière subalpine type se rencontre au cœur du monde intra-alpin, en Suisse, notamment, encore que l'on puisse observer que le climat intra-alpin suisse est plus froid et plus continental que celui de la Haute-Maurienne. Il faut noter, à ce propos, que nous avons rencontré, en Haute-Tarentaise, des pessières subalpines nettement caractérisées, avec notamment, *Lycopodium annotinum*, *Ptilium crista-castrensis* (forêt de Malgovert, au-dessus de Bourg-Saint-Maurice, forêt d'Issertan, au-dessus de Pralognan), mais que, par contre, dans les Alpes maritimes, dans

les vallons de la Madone, du Boréon, de Molière, les pessières subalpines mésophiles nous ont paru très proches de celles de la Haute-Maurienne: nous n'y avons jamais observé *Listera cordata*, *Lyco-podium annotinum*, *Ptilium crista-castrensis*. Il n'est donc pas impossible d'imaginer qu'il existe une forme sud-occidentale de la pessière subalpine mésophile appauvrie en espèces liées à l'hydromor. De prochaines prospections effectuées dans les Alpes du sud, pourront nous éclairer sur ce point.

Il ne faudrait pas, toutefois, oublier l'influence humaine. Il ne paraît pas douteux, en effet, que la pessière subalpine du versant nord de notre dition a subi cette influence. Le pâturage des bovins s'exerce encore assez fréquemment à son niveau — sur schistes lustrés, tout particulièrement, où les formes du relief sont arrondies; il semble surtout que ce soit dans l'étage subalpin inférieur que l'industrie du charbon de bois se soit manifestée avec le plus de vigueur, la vidange de grosses billes de bois s'avérant longue et difficile. D'anciennes places à charbon s'observent, en effet, quelquefois dans cet étage, alors que nous n'en avons jamais rencontré dans celui de la sapinière. Cette action humaine, explique, en outre, à notre avis, la grande abondance du mélèze, la faible dominance de *Vaccinium Myrtillus* et la jeunesse générale de la forêt, à ce niveau.

3° Répartition - Ecologie.

La pessière mésophile ou mésohygrophile s'étend donc aux expositions fraîches entre 1700-1750 m et 1950 m environ. Vers le haut, elle passe aux peuplements de Pin Cembro (rhodoraie ou calamagrostidaie à Pin Cembro) et vers le bas, à la sapinière à Epicéa (*Abietetum albae*).

Son climat se situe évidemment entre celui de ces deux associations sans qu'il soit possible, en l'absence de poste météorologique situé à son niveau, d'en donner une image exacte.

Les sols sur schistes lustrés, il s'agit de sols bruns jeunes, légèrement lessivés à mull passant au moder, rappelant, par conséquent, ceux de la sapinière sur même roche-mère.

Une analyse sommaire d'un sol de ce type est donnée ci-après:

Horizons	Epais- seurs	pH	Matière organ.	Co ³ Ca	Ca échange- able	Fer
A ₁	5 cm	5,4	26,1	0	26,6	
A ₂	15 cm	5	4	0	5,0	2,0
(B)	20 cm	4,7	2,3	0	1,1	2,13

sur grès ou schistes du houiller (sous-association à *Saxifraga cuneifolia*), l'humus est un moder passant au mor, tandis que le sol lui-

même appartient au type ocre-podzolique (sol 1 et 2) soit même au type podzolique jeune (sol 3) présentant un horizon cendreux mais d'épaisseur très faible (moins de 2 cm).

Sol n° 1 - Relevé floristique n° 18 - Sol ocre podzolique

Horizons	Epaisseur	pH	Mat. organ.	Co ³ Ca	Fer	Argile	Limon	Sables fins	Sables gross.	H ² O
Ao/A1	5 cm	4,8	54,6	0						
B1(-10)	40 cm	4,6	6,6	0	1,6	18	27	24,1	21,4	2,9
B2(-40)		5,0	2,9	0	1,6	16	27,5	27,9	21,3	2,4

Sol n° 2 - Relevé floristique n° 19 - Sol ocre podzolique

Horizons	Epaisseur	pH	Mat. organ.	Co ³ Ca	Fer	Argile	Limon	Sables fins	Sables gross.	H ² O
Ao/A1	4 cm	4,5	20,7	0	1,12	16,5	19,5	28,8	12,5	2
B1(-10)	30 cm	4,2	4	0	1,42	17	26,5	30,7	15,6	1
B2(-25)		4,6	2,2	0	1,64	15	25	39,7	17,1	1

Sol n° 3 - Relevé floristique n° 21 - Sol podzolique jeune

Horizons	Epaisseur	pH	Mat. organ.	Co ³ Ca	Fer	Argile	Limon	Sables fins	Sables gross.	H ² O
Ao/A1	5 cm	4,4	65,2	0						
A2	2 cm	4,2	10,2	0	0,9	17,5	29	24,6	15,3	3,4
B	30 cm	4,5	2,2	0	1,4	16	21,5	28,7	29,2	2,4

III.5.3. — Vue d'ensemble sur les pessières.

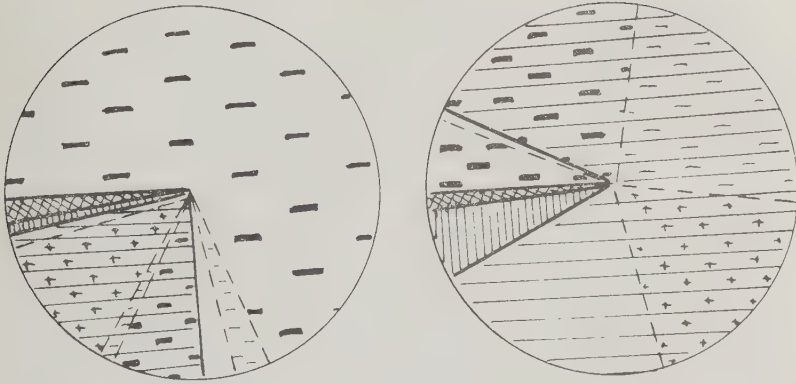
III.5.3.1. — Affinités phytosociologiques.

Ce qui a été déjà dit au sujet des deux types extrêmes de pessière subalpine rencontrés en Haute-Maurienne, nous dispensera de nouveaux commentaires.

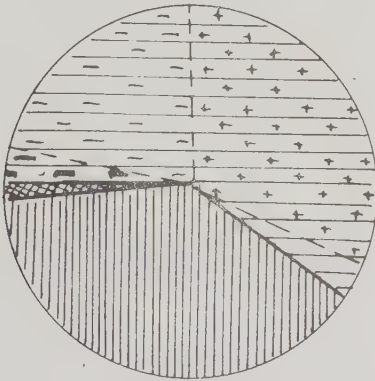
On notera simplement que la pessière de notre dition diffère, des pessières de l'Europe centrale par la présence de *Festuca flavescens* qui n'est d'ailleurs pas liée à l'étage subalpin, puisqu'elle s'observe aussi, mais avec une moins grande abondance, dans l'étage montagnard; il n'existe pas, en outre, dans notre dition, de sous-association à Sphaignes (*Piceetum subalpinum sphagnetosum*) ni de pessière à Sphaignes, *sensu stricto* (*Sphagno-Piceetum*).

LES PESSIERES

Spectres floristico-écologiques



I. *Piceetum subalpinum vaccinetosum* II. *Piceetum subalpinum myrtilletosum*
Vitis-idaeae (Relevés 1 à 11) (Relevés 16 à 25)



III. *Piceetum subalpinum adenostyletosum*.
 (Relevés 26 à 35)

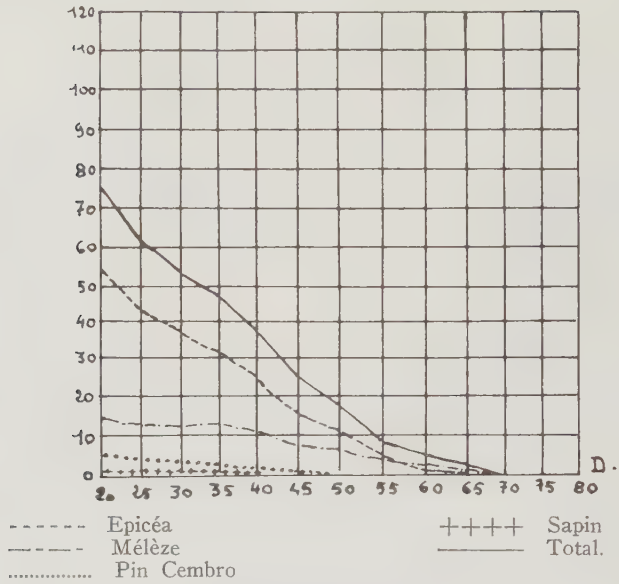
	Xérophiles de mor		Mésophiles de mull-moder
	Xérophiles de moder		Mésophiles calciphiles
	Autres xérophiles		Mésophiles indifférentes
	Mésophiles de mor		Mésophiles de moder
	Mésophiles de moder		Diverses

FIG. 43.

Légende. — Le spectre de la pessière xérophile se situe bien entre celui de la pineraie de Pin sylvestre à *Deschampsia flexuosa* et celui de la pineraie de Pin Cembro homologue; de même, celui de la pessière mésophile à *Vaccinium Myrtillus* est intermédiaire entre celui de la sapinière et celui de la rhodoraie à Pin Cembro.

Les Pessières
Structures sylvicoles
 I. Pessière mésophile

Nb. d'arbres/Ra.



II. Pessière xérophile

Nb. d'arbres/Ra.

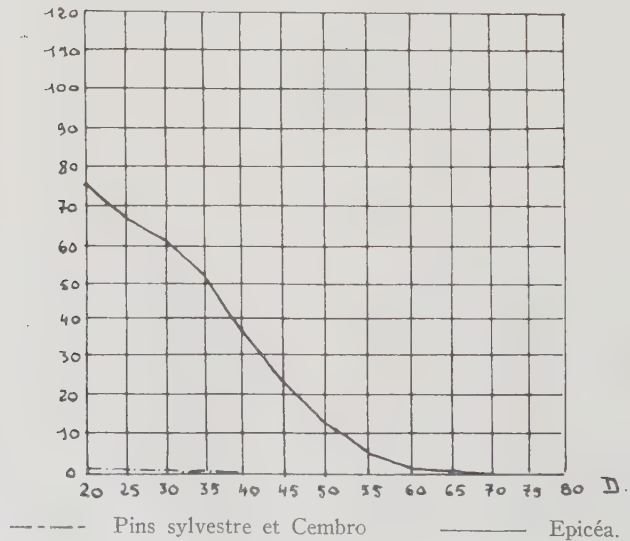


FIG. 44.

III.5.3.2. — *Evolution - Climax.*

Nous retrouvons, à propos des pessières, un problème général — et c'est la raison pour laquelle nous l'envisagerons, dans son ensemble, à la fin de ce travail : c'est celui de l'influence qu'exerce en montagne, où l'érosion joue un rôle considérable, la nature de la roche-mère, influence qui amène à se poser la question suivante, dans le cas particulier qui nous occupe : existe-t-il ou non, à chaque exposition, un seul climax dans l'étage subalpin inférieur ?

Les tableaux de relevés montrent qu'il y a une convergence certaine entre pessière sur schistes lustrés et pessière sur grès du Houiller — pour ne retenir que les pessières mésophiles. Mais, il faut noter que des différences subsistent : présence de *Saxifraga cuneifolia* et plus grande abondance de *Festuca flavescens* sur les sols à moder dérivant du Houiller.

Seule, une analyse statistique permettrait de dire, si ces différences sont plus faibles que celles observées dans l'étage montagnard ; elles sont en tout cas plus fortes que celles que l'on pourra retenir dans l'étage subalpin supérieur, domaine du Pin Cembro où l'on ne peut pratiquement pas faire de distinction de types en fonction de la roche-mère — sauf sur gypse, où l'érosion a beau jeu d'amenuiser la couche d'humus brut en formation.

Il semble donc bien que plus l'altitude est élevée, dans le domaine forestier, plus grande est l'uniformité des stations.

III.5.3.3. — *Structures forestières - Production.*

Les schémas 1 et 2 mettent très clairement en évidence les structures globales des deux grands types de Pessière : mésophile à *Vaccinium Myrtillus* et xérophile à *Vaccinium Vitis-idaea*.

←

Légende. — Les structures globales des deux pessières subalpines (I. — Pessière mésophile - 195 ha ; II. — Pessière xérophile - 135 ha) sont tout à fait comparables, étant noté toutefois que la pessière xérophile est un peu moins riche en gros bois.

Par contre, la pessière mésophile apparaît comme sensiblement plus riche en espèces arborescentes que son homologue de versant sud ; l'importance du mélèze est à retenir et elle traduit, dans l'ensemble, une influence humaine marquée.

La structure de ces deux grands types de pessière présente un certain déséquilibre (excès de bois de 30-35 ; déficit de bois de 20) qu'il appartient au forestier de résorber sans plus attendre.

III.6. — LES PINERAIES DE PIN CEMBRO

En Haute-Maurienne, les peuplements de Pin Cembro sont largement représentés, principalement sur les *versants frais* où on les observe sur toutes les roches-mères, tout au moins là où la pente ou la nature du terrain (éboulis), a empêché l'occupation humaine ; de plus en plus cependant, à la suite du recul de l'homme, ils tendent à coloniser tout l'étage subalpin supérieur (sauf, évidemment, les stations spécialisées), ce qui se traduit par l'existence d'un certain nombre de peuplements encore jeunes, peu évolués, particulièrement riches en Mélèzes.

Sur versants sud, par contre, ils sont rares et se localisent pratiquement sur les éboulis du Houiller ou sur les quartzites du synclinal de Chavières, non utilisés par l'homme ; sur schistes lustrés, aux formes plus arrondies et à la fertilité plus grande, l'influence humaine les a éliminés, et depuis fort longtemps selon toute vraisemblance.

Alors que sur versant nord — ou est — les espèces mésophiles dominant — comme *Rhododendron ferrugineum* et *Calamagrostis villosa* —, sur versants sud, ces espèces sont exceptionnellement représentées ; il en est de même de *Vaccinium Myrtillus* qui cède le pas à *Vaccinium Vitis-idaea*, tandis que *Juniperus communis* subsp. *nana* et *intermedia* et *Arctostaphylos Uva ursi* sont presque toujours présents. Et ces différences ne sont pas les seules, comme on le verra ci-après.

Elles sont telles, en tout cas, qu'elles permettent de distinguer des *pineraies de Cembro mésophiles* et d'autres *relativement xérophiles*.

III.6.1. — Les pineraies de Pin Cembro mésophiles.

Toutes ces pineraies ont un contingent d'espèces communes dont les plus importantes sont : *Rhododendron ferrugineum*, *Lonicera coerulea*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Calamagrostis villosa*... On peut cependant y distinguer des sous-associations et des faciès caractérisés par des espèces différentielles proprement dites ou par des « abondances-dominances différentielles » de certaines espèces, présentes partout, mais de façon très inégale.

PLANCHE XIV
Les pineraies de Pin Cembro



Pineraie de Pin Cembro sur schistes lustrés
Vallon de Bramanette



Pineraie de Pin Cembro sur Permo-houiller métamorphique.
Massif d'Ambin - Vallon d'Etache.

Il nous semble que *trois types principaux* peuvent être mis en évidence :

— dans le premier, l'abondance du *Rhododendron ferrugineum* donne au groupement sa physionomie. Il est parfois dominant (faciès typique); parfois il laisse la première place à *Vaccinium Myrtillus* (faciès à *Vaccinium Myrtillus*); quelquefois enfin, il se présente par taches très disjointes entre lesquelles s'observent des espèces prairiales qui jouent alors le rôle de différentielles (faciès pâturé).

— dans le second, c'est *Calamagrostis villosa*, en nappe quasi continue — d'où émergent quelques rares bouquets de *Rhododendron*, — qui domine. Il se trouve d'ailleurs accompagné d'espèces prairiales, lui aussi.

— dans le troisième, enfin, c'est *Pinus montana* subsp. *uncinata* et des espèces de mull ou de moder calciques qui jouent le rôle de différentielles.

Nous analyserons successivement ces trois sous-associations et ces faciès.

III.6.1.1. — *La pineraie de Pin Cembro à Rhododendron ferrugineum.*

1° *Organisation sociologique et composition floristique.*

On notera tout de suite que les deux faciès : celui à *Rhododendron ferrugineum* et celui à *Vaccinium Myrtillus* présentent la même organisation sociologique et la même composition floristique. Nous les étudierons donc sans faire de distinction.

Il y a lieu, sans tarder, de mettre l'accent sur la *constance et la dominance, dans la strate arborescente, du Pin Cembro qui constitue une excellente caractéristique*; à ses côtés, *Larix decidua* est nettement moins bien représenté, sauf dans les peuplements jeunes : il en sera reparlé à propos de la dynamique de l'association; quant à *Picea excelsa*, il est toujours relégué en troisième position et ce, d'autant plus que l'on se rapproche de l'étage alpin.

Les groupes écologiques les mieux représentés sont ceux des espèces mésophiles à humus brut et des mésophiles à moder.

Parmi les premières, *Rhododendron ferrugineum* et *Lonicera coerulea* nous paraissent être les meilleures caractéristiques (10) parce que localisées dans l'étage subalpin. Ces espèces ont, en outre, un haut degré de constance. A leur côté, *Vaccinium Myrtillus* est également très constant, son abondance-dominance dans certains relevés pouvant même permettre de distinguer un faciès; il en est

(10) avec *Pinus Cembro*, par conséquent, qui doit être considéré également comme caractéristique des sols à humus brut.

de même de *Vaccinium Vitis idaea*, toujours subordonné toutefois. Par contre, *Empetrum hermaphroditum* et *Vaccinium uliginosum* s'observent beaucoup plus rarement; ils n'atteignent leur optimum, dans notre dition, qu'au-dessus de la forêt de Pin Cembro, là où la lande prend nettement le pas sur la forêt proprement dite [*Empetreto-Vaccinietum* (11)].

Parmi les espèces de sols à moder, ou à mull-moder, sont à retenir *Luzula silvatica* subsp. *Sieberi* (12), *Festuca flavescens* et surtout *Calamagrostis villosa* qui se localise dans l'étage subalpin.

Parmi les Cryptogames, *Barbilophozia lycopodioides*, *Barbilophozia barbata* et *Brachythecium Starkei*, etc. sont à mettre à part — parce que orophiles —; les autres forment un groupe assez compact avec, notamment, *Dicranum scoparium* et *Pleurozium Schreberi* (13).

Mises à part les mésophiles indifférentes, surtout représentées par des Mousses d'ailleurs — dont *Rhytidiadelphus triquetrus* — notre groupement comprend encore quelques mésohygrophiles dont *Sorbus aucuparia* et pas d'espèces de sols à mull, sauf celles qui, comme *Geranium silvaticum* paraissent avoir à l'égard de l'humus, une plasticité plus grande que celle de leurs compagnes.

Si l'on se réfère au tableau général d'association ou aux spectres floristico-écologiques qui en sont l'image, on constate que l'organisation sociologique de la pineraie de Pin Cembro à *Rhododendron ferrugineum* — ou à *Vaccinium Myrtillus* — est plus simple que celle des sous-associations voisines en ce sens que le nombre de groupes écologiques y est plus réduit. Ceci tient essentiellement au fait — nous aurons l'occasion de revenir sur ce point — que les conditions de milieu y sont moins diversifiées, moins complexes. Nous verrons, lors de l'étude de l'écologie, qu'elles ne sont cependant pas uniformes, et c'est ce qui explique, en particulier, que, à côté du groupe des mésophiles des sols à mor, se trouve bien représenté un groupe voisin, mais déjà différent, celui des mésophiles de sols à moder.

Cette légère hétérogénéité se retrouve, à peu près semblable à elle-même, dans tous les relevés; il en résulte, pour l'ensemble de la sous-association, une homogénéité générale certaine, que traduit

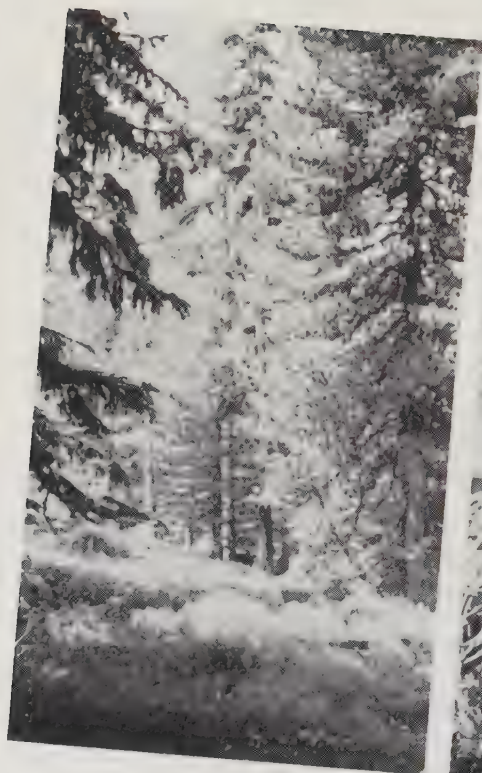
(11) Cette association, qui confine à l'étage alpin et constitue un groupement de transition entre les pelouses de cet étage et la rhodoraie à Pin Cembro, ne sera pas étudiée ici.

(12) *Luzula silvatica* subsp. *Sieberi* est considérée par BRAUN-BLANQUET comme une caractéristique de l'association. Il nous semble qu'elle ne doit pas être retenue comme telle, car elle s'observe avec une constance et une abondance-dominance comparables aussi bien dans la pessière subalpine que dans la sapinière vraie.

(13) *Pleurozium Schreberi*, considérée en plaine comme localisée sur les humus bruts, nous paraît, en montagne — tout au moins dans notre dition — comme plus plastique à l'égard du type d'humus.

PLANCHE XV

Les pineraies de Pin Cembro



Forêt du Thyl
(Grès du Houiller)



Forêt de Bramans
(Schistes phylliteux d'Ambin).

d'ailleurs le diagramme de présence : sur un total de 60 espèces environ, en effet, on en compte 27, soit 45 % dont le degré de présence est égal ou supérieur à 40 %.

La structure de la pineraie de Pin Cembro à *Rhododendron ferrugineum* — dont le spectre biologique donne, dans une certaine mesure, une image globale, — a subi, est-il besoin de le dire, l'influence humaine. Et tout particulièrement celle de la strate arborescente, que nous analyserons plus en détail, ultérieurement, lors de l'étude des caractéristiques sylvicoles : il s'agit, le plus souvent, d'une futaie *claire*, d'aspect régulier, où la régénération est lâche et s'effectue pied par pied et non par masse ; les courbes donnant le nombre d'arbres à l'hectare, par essence et par catégories de diamètres permettent de se faire une idée de cette structure. En dehors des jeunes arbres de moins de 0,10 m de diamètre (mesuré à 1,30 m), *Sorbus aucuparia* constitue, pratiquement à lui seul, toute la sous strate arborescente.

La strate arbustive est, par contre, particulièrement puissante : les nanophanérophytes, comme *Rhododendron ferrugineum*, *Lonicera coerulea*, *Vaccinium Myrtillus*, *Rosa alpina*, dominent une sous strate de chamaephytes représentées essentiellement par *Vaccinium Vitis idaea* et où s'observe, notamment, *Melampyrum silvaticum*. Dans cette strate arbustive, les nanophanérophytes ne sont pas, en général, confusément mêlées, — surtout *Rhododendron ferrugineum* et *Vaccinium Myrtillus* — : elles forment des taches contiguës, plus ou moins étendues. Il en est de même des graminées — surtout représentées par *Calamagrostis villosa* — qui constituent des plages assez pures entre celles des Ericacées.

Vient enfin, la strate muscinale, dont l'importance varie beaucoup d'un relevé à l'autre.

2° Identification - Dénomination.

Si l'on se réfère au tableau général d'association, il est facile de se convaincre, à la lecture de la liste des espèces, que notre sous association s'identifie de façon très étroite avec le *Rhodorëto-Vacciniëtum. Cembretosum* décrit en Engadine par BRAUN-BLANQUET et étudié, depuis lors, dans toutes les régions de la Suisse ou de l'Autriche où l'on peut le rencontrer.

Il est intéressant de noter, si l'on se reporte à un tableau complet comme celui figurant dans l'étude sur le Parc national suisse (14) que certaines espèces, observées dans ce pays, ne figurent pas dans nos relevés. Il s'agit d'abord de *Linnaea borealis*, qui n'est d'ailleurs pas spécifiquement subalpine, et dont les dernières stations dans les Alpes occidentales s'observent dans la vallée de la Tarentaise

(14) BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.), BACH (R.) (1954).

— au nord de la Maurienne, et dans le massif des Bauges (15). Il s'agit ensuite de *Trientalis europaea*, rare en Suisse d'ailleurs, et signalé en Savoie au-dessus de Crest-Volant, dans la Tarentaise également; ces deux espèces, liées à des sols à humus brut, sont considérées par BRAUN-BLANQUET comme caractéristiques de la rhodoraie à Pin Cembro. Le reste du cortège coïncide, par contre — mis à part *Rhododendron intermedium* — de façon tout à fait remarquable avec son homologue suisse.

3° Répartition - Ecologie.

Répartition générale

La pineraie de Pin Cembro à *Rhododendron* trouve son optimum aux expositions les plus fraîches, nord et est; à l'ouest, elle s'affaiblit pour passer, aux expositions sud, à une association plus xérophile qui sera étudiée ci-après.

En altitude, elle s'étage de 1 950 m environ à 2 200 m environ laissant la place, plus haut, à l'*Empetretum-Vaccinietum*, au *Loiseleurietum-cetrarietum*, ou à des associations subalpino-alpines, marquées par le pâturage; là on observe encore quelques Mélèzes ou Pins cembro, petits par la taille, mais non par l'âge. Sur les crêtes où l'enneigement est moindre et la chaleur estivale plus forte, la forêt atteint une altitude maxima, très vraisemblablement « naturelle », car on peut penser que, dans de telles stations, l'influence humaine a été et reste négligeable. Alors peut être atteinte l'altitude de 2 300 m!; les derniers « arbres » — qui n'atteignent pas plus d'un mètre de haut — pouvant s'échelonner dans des groupements de transition avec ceux de l'étage alpin, jusqu'à 2 400 m et même au-delà (16).

Aux altitudes inférieures, elle passe, plus ou moins progressivement, à la pessière subalpine.

Climat

Le climat général est évidemment subalpin et intra-alpin. Grâce aux postes météorologiques installés par E.D.F. à Plan d'Aval, au-dessus d'Aussois, à 2 020 m et à Bissorte, dans les gorges houillères, à 2 120 m, qui se trouvent placés au niveau de la pineraie de Pin Cembro et à son exposition, on peut s'en faire une idée, encore que les renseignements obtenus ne concernent qu'un petit nombre d'années et paraissent sujets à caution, quant à l'importance des précipitations hivernales, comme on l'a vu.

De 1949 à 1955 inclus, la moyenne annuelle des températures a été pour Bissorte de 2,9° et pour Avrieux — situé à 1 100 m et

(15) PERRIER de la BATHIE (1917-1928), donne des indications détaillées à ce sujet. FOURNIER (1961) indique *Linnaea borealis* dans le Briançonnais.

(16) Sur une crête montant à l'aiguille de Scolette, nous avons rencontré le dernier Pin Cembro, à l'abri, à 2 480 m.

que nous prendrons pour terme de comparaison — de $7,3^{\circ}$. Si l'on retient, en première approximation le chiffre de $0,44^{\circ}$ comme gradient thermométrique annuel, on voit que l'isotherme de 2° qui correspond, selon OZENDA (P.) (1954), à la limite de la forêt dans les Alpes du Sud et les Pyrénées se place à 2 300 m environ au centre de notre dition, chiffre qui paraît en effet très acceptable. Si l'on utilise maintenant l'isotherme de juillet (on sait que la limite nord des forêts dans l'Europe septentrionale suit sensiblement l'isotherme 10° du mois de juillet et que, dans les Alpes suisses, la température moyenne de juillet au niveau de la limite des forêts oscille

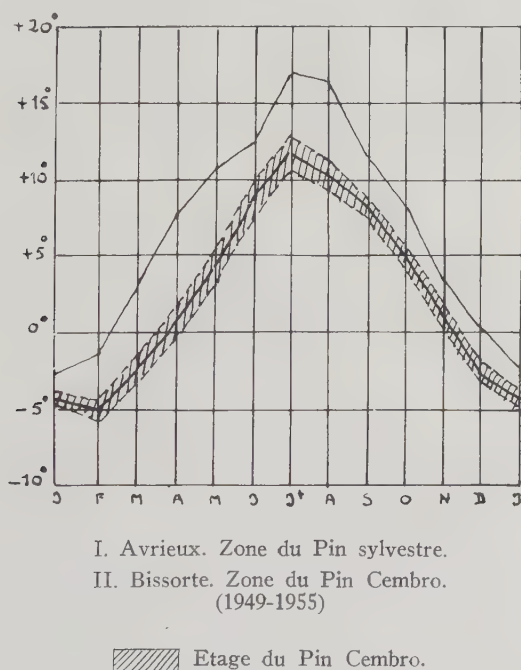


FIG. 45.

Légende. — Régime des températures au niveau de la pineraie de Pin Cembro.

Les courbes ci-dessus permettent de se faire une idée du régime moyen des températures ayant régné de 1949 à 1955 dans l'étage mésophile du Pin Cembro (Bissorte: 2 120 m d'altitude) et dans celui, xérophile, du Pin sylvestre (Avrieux: 1 100 m).

On voit que les différences de température ont été les plus fortes au printemps, c'est-à-dire de mars à mai inclus, comme on pouvait s'y attendre, puisque c'est à ce moment-là que la pineraie de Pin sylvestre est déneigée, alors que celle de Pin Cembro conserve encore sa couverture de neige.

A partir du mois d'août, au contraire, la descente des températures à Avrieux est plus rapide qu'à Bissorte.

L'altitude joue donc le rôle de « volant thermique », tout au moins en ce qui concerne la température de l'air.

entre $10,7^{\circ}$ et $7,8^{\circ}$ [OZENDA (1954) 301]), on constate, en utilisant cette fois-ci le gradient de juillet, soit $0,54^{\circ}$, que l'altitude de 2 300 m correspond à un isotherme de $10,6^{\circ}$ qui se situe bien dans les limites définies ci-dessus.

En retenant toujours l'hypothèse que les températures moyennes, pour chaque mois, varient linéairement avec l'altitude, on peut tracer la « zone thermométrique » — et son régime — qui correspond à l'étage occupé par la rhodoraie à Pin Cembro (fig. 45).

Si l'on rapproche les courbes de température de Bissorte (2 120 m) de celles de S. Charl (1 815 m) et de Buffalora (1 977 m), deux stations de Haute-Engadine, situées au niveau de la ceinture des peuplements de Pin Cembro, on constate que ces dernières jouissent d'un climat sensiblement plus froid, surtout en hiver et que la montée des températures au printemps y est plus brutale. Ce fait semble s'expliquer par le caractère plus continental du climat, caractère sur lequel nous avons déjà appelé l'attention (fig. 46).

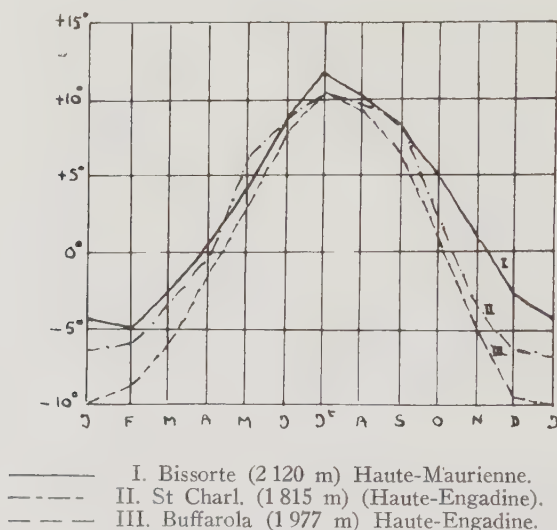
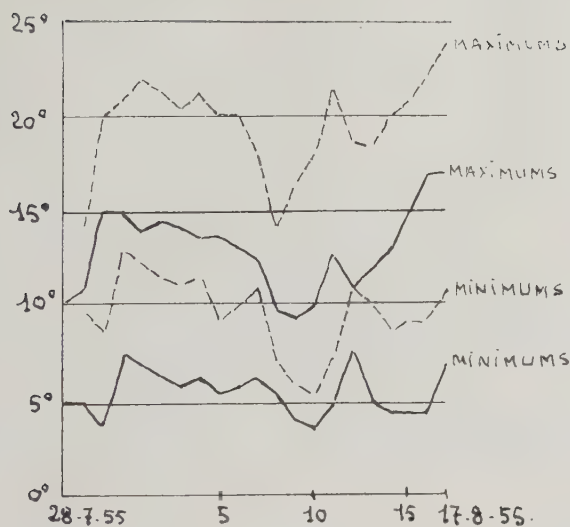


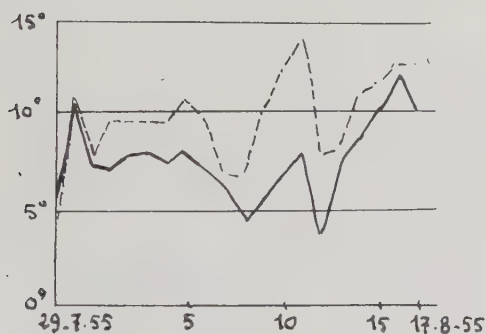
FIG. 46.

Nous avons pu, d'autre part, faire une brève *analyse micro-climatique* qui, bien que portant sur un seul individu d'association, ne nous paraît pas dénuée d'intérêt.

Du 28 juillet au 16 août 1955, nous avons donc comparé un individu de l'*Ononido-Pinetum* (parcelle 4 de la forêt de Modane - altitude: 1 240 m, exposition sud) à un individu du *Rhodoreto-Vaccinietum cembraetosum* (parcelle 11 de la forêt de Bramans - altitude: 1 950 m, exposition nw) (fig. 47).



Amplitude des températures
extrêmes.



Différences entre les températures
extrêmes.

- - - - Ononido-Pinetum (1 240 m).
—— Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum (1 950 m).

FIG. 47.

On constate, d'abord, que la température moyenne de l'air, à 1,50 m, durant cette période, est sensiblement plus faible dans la pineraie de Pin Cembro que dans celle de Pin sylvestre (8,4° contre 13,8°). Cette différence n'a rien d'absolu et se fut trouvée atténuée si l'individu de la pineraie de Pin sylvestre avait été choisi à une altitude plus forte, vers la limite supérieure de ses possibilités d'existence. On peut penser qu'elle n'eut pas disparu, loin de là : en effet, en comparant un *Pineto caricetum humilis* — association qui présente avec l'*Ononido-Pinetum* d'étroites affinités — situé à 1 910 m, à exposition sud, et un *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* situé à 1 850 m à exposition nord, les Suisses ont observé des différences encore très nettes de températures de l'air (prises à 1,50 m au-dessus du sol) : du 20 juin au 31 juillet 1941 : 16,7° pour la première association contre 14,2° pour la seconde ; et du 31 juillet 1941 au 10 octobre 1941, 15,6° contre 11,4° [BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) (1954)].

Les amplitudes journalières de la température de l'air sont, comme on pouvait s'y attendre, beaucoup plus fortes dans la pineraie de Pin sylvestre, qui jouit donc d'un climat plus brutal.

La température du sol à — 2 cm est restée toujours inférieure, en moyenne, à celle de l'air (pour la période considérée : t air (à

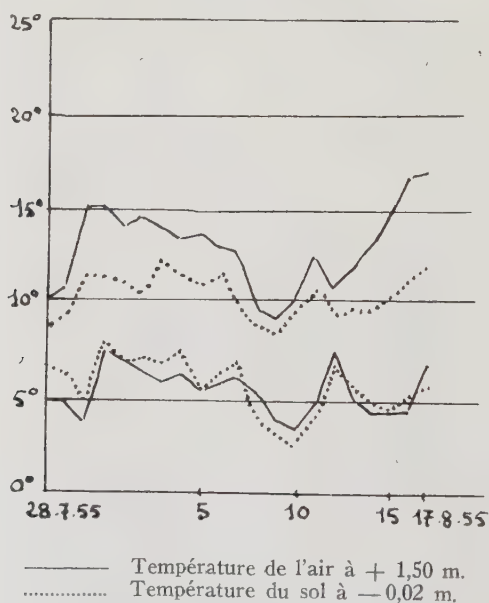


FIG. 48.

Légende. — Températures de l'air et du sol (maximums et minimums) dans une pineraie de Pin Cembro.

1,50 m): 8,4°; t sol (à — 2 cm): 5,9°, et l'amplitude de ses variations journalières a toujours été inférieure à celle de la température de l'air (fig. 48). Ces résultats concordent avec ceux obtenus dans le Parc national suisse, où la température du sol a été prise plus bas, il faut le noter (— 10 cm). En effet, dans une rhodoraie à Pin Cembro, à 1 850 m d'altitude, la température de l'air à 1,50 m a été, du 20 juin au 31 juillet 1941, de 14,2° en moyenne et celle du sol de 9,6°. Si l'on se reporte aux résultats obtenus par les Suisses, on constate que les différences de températures de l'air et du sol s'atténuent en hiver, et on peut penser que le maximum de cette différence doit se situer en juillet-août.

Ce qu'il nous paraît essentiel de retenir, c'est que le microclimat — de l'air et des horizons superficiels du sol — de la pineraie de Pin Cembro est peu brutal. Il rappelle tout à fait, à ce point de vue, celui de la sapinière vraie ou de la pessière subalpine de versant nord, tout en se montrant plus froid.

Les courbes de déficit de saturation montrent, enfin, qu'il est sensiblement plus humide que celui de la pineraie à *Ononis rotundifolia* (fig. 23).

Sols

La pineraie de Pin Cembro à Rhododendron se développe sur toutes les roches-mères présentes, dans l'étage subalpin, en Haute-Maurienne. Sur calcaire ou sur gypse, elle s'observe — mais de façon très fragmentaire, nous verrons pourquoi — sous sa forme à *Pinus uncinata*, que nous étudierons plus loin. Sur schistes lustrés, elle paraît, *a priori*, moins développée que sur les roches métamorphiques du permo-houiller (massif d'Ambin) ou sur les grès et les schistes du Houiller. Ce problème, envisagé pour l'ensemble des Alpes suisses — a préoccupé FURRER (E.) (1955): l'examen de la répartition du Pin Cembro sur différentes roches-mères avait d'abord fait conclure — à KLEBELSBERG (R.) en particulier (1952) — que cet arbre fuyait les schistes lustrés. Il n'en est rien: les schistes lustrés, de composition chimique relativement riche, donnent de bons sols de pelouse, et ce fait a contribué au défrichement des forêts qu'ils portaient, d'autant plus qu'aux confins de l'étage alpin existe souvent un replat glaciaire, où les schistes lustrés, qui se délitent facilement, ont donné des formes arrondies sans gros éboulis. C'est donc sur les schistes lustrés que la forêt de Pin Cembro a le plus souffert de l'action humaine et c'est sur eux, depuis le recul de l'homme que s'observent ses formes les plus jeunes.

La pineraie de Pin Cembro à Rhododendron est, dans l'ensemble, développée sur des sols à humus brut. Mais il ne faudrait pas s'imaginer, toutefois, que le sol est d'un type uniforme ou même que la couche d'humus brut forme un tapis continu, de même épaisseur et sans « trous ». En fait, on rencontre cette pineraie dans des zones

à forte pente, souvent riches en gros blocs, si bien que l'érosion y est extrêmement diversifiée; il ne faut pas oublier, non plus, que ces forêts bien que difficiles d'accès, continuent à faire l'objet d'exploitations et que l'enlèvement et le *trainage* des arbres ajoutent à l'érosion naturelle très différenciée, une érosion « artificielle » non négligeable. Et ceci explique, en particulier, l'existence de « plages » de graminées (*Calamagrostis villosa*, *Poa Chaixii*, etc.) dont l'optimum se situe sur des sols à moder — ou à moder-mull — et dont nous avons pu constater souvent qu'elles se localisaient aux endroits même où avaient été exploités des arbres et où s'était donc produit une minéralisation de l'humus. Il ne faut pas oublier, enfin, que l'horizon humifère comprend deux couches principales: une couche A_0 , d'épaisseur variable on l'a vu, et une couche A_1 qui correspond, en fait, à un moder. On comprend mieux, dès lors, l'organisation sociologique de l'association, surtout si l'on tient compte de l'amplitude que peuvent présenter, à l'égard du type d'humus, des espèces affines.

Dans cette mosaïque — où dominent très largement des sols à humus brut — on va donc rencontrer des rankers d'érosion, et des sols lessivés à moder, toujours localisés; des rankers à humus brut, c'est-à-dire des sols très jeunes, ne présentant ni horizon A_2 , ni horizon B, les couches A_0 et A_1 , reposant directement sur la roche-mère en décomposition; enfin et surtout, des sols podzoliques et des podzols, ces derniers s'observant sur les replats où l'érosion ne peut se manifester que difficilement. Tous ces sols ont un caractère commun qui est leur jeunesse: ce caractère, dû à l'érosion, se traduit par une faible épaisseur de tous les horizons et par leur grande richesse en fragments de la roche-mère, fragments qui apparaissent jusque dans les horizons humifères.

Nous donnons ci-après les analyses sommaires de cinq sols et les descriptions de profil de trois d'entre eux.

Le premier est un sol brun lessivé à moder, sur schistes lustrés; les trois suivants, des sols podzoliques ferrugineux développés sur schistes lustrés, grès du Houiller et le dernier, enfin, un podzol sur grès métamorphique du Permo-Houiller.

Description morphologique - Fig. 49.

Sol n° 1 — sol lessivé à moder (sur schistes lustrés).

A_0 — (0 - 1 cm) — litière de feuilles morte.

A_1 — (2 - 13 cm) — horizon humifère, noirâtre - structure particulière, avec quelques petits agrégats - limite inférieure bien tranchée.

A_2 — (14 - 43 cm) — couleur gris beige, texture limono-argileuse - structure partiellement détruite, granulaire. Squelette abondant (30 % du volume).

B — (44 - 75 cm) — couleur grise (schistes lustrés), texture limoneuse, structure granulaire. Des taches rouilles au niveau des fragments de roche - Squelette abondant (60 % du volume).

Sol n° 2 — sol podzolique ferrugineux (sur grès du Houiller).

- A_0 — (0 - 2 cm) — litière de feuilles mortes (rhododendron) - structure fibreuse.
 A_1 — (3 - 12 cm) — horizon humifère noir-brunâtre - structure particulaire, avec grains de quartz nus. Limite inférieure assez bien tranchée.
 A_2 — (13 - 17 cm) — beige clair, texture limono-sableuse, structure particulaire. Squelette assez abondant (20 % du volume).
 B — (18 - 70 cm) — beige foncé, texture limoneuse - structure granulaire - squelette abondant (50 % du volume).

Sol n° 3 — podzol (sur grès métamorphique du Permo-Houiller).

- A_0 — (0 - 10 cm) — litière de feuilles mortes, de 2 à 3 mc d'épaisseur, surmontant une couche de fermentation, de structure fibreuse.
 A_1 — (11 - 20 cm) — horizon humifère de structure particulaire, avec grains de quartz nus et contenant de menus fragments de schistes sériciteux (10 % du volume).

$$e = 1/10^6$$

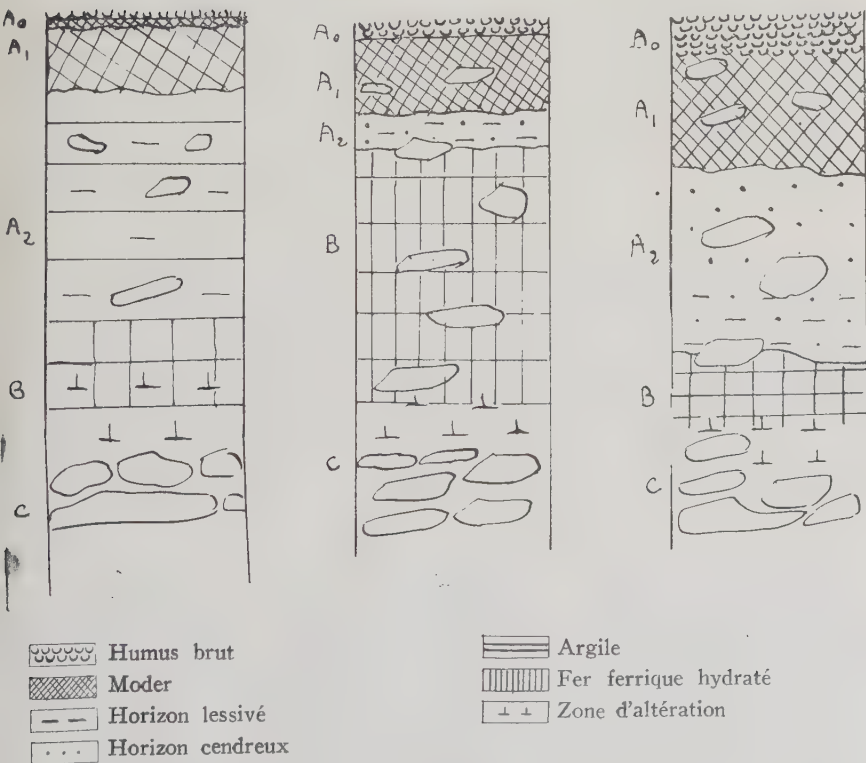


FIG. 49.

- A₂ — (21 - 45 cm) — horizon cendreau, à structure particulaire; squelette assez important (15 % du volume).
- B-C — (46 - 60 cm) — texture limoneuse, couleur ocre foncé, structure granulaire - importants fragments de roche-mère (40 à 50 % du volume total).

Analyses.

1° Sol brun, très légèrement lessivé à moder.

Forêt communale d'Avrieux - Canton de la Montonnaz - Parcelle D.
Pente 50 % - Exp. N - Alt.: 2000 m - Roche-mère: Schistes lustrés

Horizons	Epaisseur	Ordonnée du prél.	pH	Arg.	Lim.	Sable	H2O	Mat. O.	Cailloux	Fer.	Observations
A1	12 cm	- 5 cm	5,8								
A2	30 cm	- 30 cm	5,8	14	25	18	1,4	2,7	73,3	1,02	Indice d'ent. du fer : 1,4
B/C	40 cm	- 50 cm	5,7	5,5	16	41	0,6	0,7	71,3	1,45	

2° Sols podzoliques jeunes.

a) Forêt communale d'Avrieux - Canton de la Montonnaz - Parcelle E.
Pente 30 % - Exp. N - Alt.: 2100 m - Roche-mère: Schistes lustrés.

Horizons	Epaisseur	Profond. du prél.	pH	Arg.	Lim.	Sable	H2O	Mat. O.	Cailloux	Fer	Observations
Ao/A1	15 cm	- 10 cm	4								
A2	7 cm	- 18 cm	4,9	14	29,5	15	1,7	8,2	44,4	0,40	Indice d'ent. du fer : 3,8
B/C	30 cm	- 35 cm	5,2	10	27,5	26,5	1	1,9	56,8	1,42	

b) Forêt communale du Thyl - Série unique - Parcelle H.
Relevé floristique n° 2 - Roche-mère: grès du Houiller.

Horizons	Epaisseur	Profond. du prél.	pH	Arg.	Lim.	S.F.	S.G.	H2O	Mat. O.	Fer	Observations
Ao/A1	12 cm	- 6 cm	3,8						65,4		
A2	4 cm	- 15 cm	3,8	12,5	32	30,2	19,7	2,2	3,4	0,8	Indice d'ent. du fer : 1,7
B/C	40 cm	- 40 cm	4,4	10,5	21	28,7	35,8	1,8	2,2	1,4	

c) Forêt communale d'Orelle - 1^{re} série - Parcelle n
Relevé floristique n° 3
Pente 30 % - Exp. N - Alt.: 2020 m - Roche-mère: grès houiller.

Horizons	Epaisseur	Profond. du prél.	pH	Arg.	Lim.	S.F.	S.G.	H2O	Mat. O.	Fer	Observations
Ao/A1	10 cm	- 5 cm	3,8						46,3		
A2	6 cm	- 12 cm	4	12,5	31,5	27,1	22,4	2,1	4,4	0,4	Indice d'ent. du fer : 3,8
B/C	30 cm	- 30 cm	4,6	11,5	19	25,8	39,8	1,9	2	1,4	

3° Podzol jeune. 11.11.11. 11.11.11.

Forêt communale de Bramans - Canton d'Ambin - Parcelle II.

Pente 30 % - Exp. N-NW - Alt. : 1 920 m - Roche-mère : éboulis de permo-houiller (grès) - Relevé floristique n° 7.

Horizons	Epaisseur	Profond. du prél.	pH	Arg.	Limon	Sable	h20	Mat. organ.	fer %	Observations
o/A1	20 cm	- 10 cm	3,8							
A2	25 cm	- 25 cm	5,2	7	23	32	0,4	1,4	0,25	Indice d'entr.
B/C	12 cm	- 50 cm	5,4	6	15,5	34	0,7	1,2	1,02	du fer : 4,1

Alors que le sol lessivé présente des horizons peu différenciés et un indice d'entraînement du fer de 1,4 seulement, les sols podzoliques et le podzol ont des horizons nets; ils se différencient entre eux, par les caractères suivants: les sols podzoliques ont un horizon A₀/A₁, moins épais que celui du podzol; il en est de même de l'horizon A₂. L'indice d'entraînement du fer y est respectivement de 1,7 à 3,8, alors qu'il atteint 4 dans le podzol. On notera que, pour tous ces sols, le taux d'argile n'augmente pas avec la profondeur. Ce fait, déjà mis en évidence par DUCHAUFOUR (Ph.) s'explique par un phénomène de lessivage oblique s'exerçant le long des pentes. Malgré l'érosion — qui explique l'abondance des fragments de la roche-mère jusque dans les horizons humifères — la forte accumulation d'humus brut a puissamment contribué à podzoliser un sol jeune, par altération directe.

L'accumulation de l'humus brut s'explique, elle, par le climat froid de l'étage subalpin et la présence d'Ericacées particulièrement développées. Cet humus, on le sait, est sensiblement plus riche en azote, en phosphore et en bases que l'humus brut des sols podzoliques ou des podzols atlantiques. On observera, en outre, que, contrairement à ce qui se passe dans les sols homologues atlantiques, l'indice d'entraînement du fer y est faible: ceci s'explique par la libération de ce métal (altération) dans les horizons supérieurs qui en contiennent encore des réserves (fragments de roche-mère).

4° Faciès.

Le faciès à myrtille, on l'a vu, correspond à une variante qui diffère très peu de la rhodoraie-type, si ce n'est par la dominance absolue de *Vaccinium Myrtillus*. Par contre, le faciès que nous appelons « faciès pâturé » présente une organisation floristico-sociologique qui appelle une analyse spéciale.

Comme le montrent le tableau d'association — et les spectres correspondants — ce faciès possède une organisation sociologique relativement complexe: en effet, à côté des groupes d'espèces liées à

des sols à humus brut — dont l'importance diminue — ou à des sols à moder dont l'importance augmente légèrement — s'observe un groupe d'espèces mésophiles, liées à des sols à mull ou à mull-moder. Parmi ces espèces, il en est de relativement ubiquistes, telles *Poa Chaixii*, *Millium effusum*, *Poa nemoralis*...; il en est d'autres, au contraire, qui appartiennent plus spécialement aux prairies à *Trisetum flavescens* des étages montagnard supérieur et subalpin: *Trisetum flavescens*, *Phleum alpinum*, *Poa alpina*, *Campanula rhomboïdalis*..., d'autres enfin, plus hygrophiles: *Geranium silvaticum*, *Phyteuma Halleri*, font la liaison avec le groupe des méso-hygrophiles à mull qui est, dans ce faciès, sensiblement plus étoffé et joue, avec le précédent, un rôle différenciateur.

La complexité de cette organisation — qui se retrouve dans tous les relevés — n'empêche nullement le faciès de présenter, dans son ensemble, une homogénéité certaine.

La structure des strates arbustive et herbacée est du type mosaïque: les taches de *Rhododendron* et de *Myrtille* laissant entre elles la place à une pelouse, plus ou moins pâturée; les arbres se localisant, soit dans les Ericacées, soit dans les Genévriers, où ils se trouvent protégés de la dent du bétail. Il faut noter ici, que le pâturage étant en régression, on observe souvent une régénération assez abondante du Méléze dans les places laissées « vides » par les Rhododendrons ou les Myrtilles.

Les sols, dans une large mesure, reflètent la végétation: sous les taches d'Ericacées, la podzolisation rappelle celle des sols de la rhodoraie type; ailleurs, il s'agit de sols bruns à mull-moder (17) dont le pH ne descend pas au-dessous de 5, et où l'on n'observe pas de lessivage du fer. Nous en donnons ci-après deux exemples (18).

Horizons	Epaisseur	Profond. du prél.	pH	Arg.	Limon	Sables	h2O	Mat. org.	fer	Observations
Ao/A1	3 cm	- 2 cm	5,5							
A2	8 cm	- 7 cm	6,2	12,5	35,5	9	0,8	0,5	0,84	Indice d'entret. du fer : 1
(B)	?	-17 cm	5,8	11	38	11	0,8	0,2	0,74	
Ao/A1	3 cm	- 2 cm	5,3	11,5	16,5	17	1,8	7,6	0,56	
A2 (B)	20 cm	-15 cm	5,3	10,5	15	33,5	1,3	4,1	0,52	

(17) Ces sols présentent quelquefois une couche A₀ de 2 ou 3 cm d'épaisseur, au maximum.

(18) 1^{er} sol: forêt communale de Bramans - Canton d'Amblin - Parcelle 11 - Pente 40 % - Exp. NW - Alt. 1890 m.

2^e sol: forêt communale de Villarodin-Bourget - Canton de la Roche - Parcelle 12 - Pente 40 % - Exp. NW - Alt. 1900 m.

III.6.1.2. — *La pineraie de Pin Cembro à Calamagrostis villosa.*

1° *Organisation sociologique et composition floristique.*

Alors que *Calamagrostis villosa* joue, dans la pineraie à Rhododendron, un rôle relativement secondaire, cette Graminée arrive, dans certains cas, à dominer de façon absolue et à donner à la forêt de Pin Cembro et de Mélèze, *une physionomie particulière.*

Un simple coup d'œil jeté sur le tableau général montre que son organisation sociologique et sa composition floristique rappellent de très près celles du faciès pâturé de la Rhodoraie. Il existe d'ailleurs entre ces deux groupements tous les intermédiaires, d'autant qu'un pâturage extensif s'exerce souvent dans la Calamagrostidaie. Mais la dominance de *Calamagrostis villosa* fait que le groupe écologique des espèces liées à des sols à moder est nettement prédominant sur les autres et c'est, au fond, ce qui nous a conduit à séparer cette sous-association du groupement affine de la Rhodoraie, étudié précédemment.

Comme dans la Rhodoraie, la strate arborescente présente une structure régulière dans l'ensemble, et la densité des arbres y est faible. On notera, au passage, que le Mélèze y est bien représenté et qu'il est, le plus souvent, plus abondant que le Pin Cembro lui-même. Ce qui frappe le plus — dans la strate arbustive — c'est, sinon l'absence, du moins, *l'extrême rareté de la régénération* des arbres, dont nous reparlerons d'ailleurs. Il semble qu'il faille en rechercher la cause dans la concurrence mécanique et physiologique créée par *Calamagrostis villosa* qui forme dans l'horizon A un lacs de racines et de racelles extrêmement dense. Les semis de Mélèze et de Pin Cembro se localisent dans les rares endroits où *Calamagrostis villosa* a reculé devant une végétation de pelouse à base de *Geranium silvaticum*, *Alchemilla vulgaris*, *Ranunculus geraniifolius*, etc. En creusant des banquettes — qui doivent être éventuellement rafraîchies, car la Graminée s'avère rapidement envahissante — des semis s'installent, qui ne connaissent plus la concurrence pour l'eau, en particulier, provoquée par le *Calamagrostis*.

En dehors de petites tâches de Rhododendron, les Ericacées sont faiblement représentées, sans jamais être absentes : sous la strate des Graminées, en effet, *Vaccinium Myrtillus* se rencontre toujours, mais le plus souvent sous la forme de petits plants chétifs, et ne formant pas de touffes. Il est accompagné de Mousses, rarement très abondantes.

2° *Identification - Dénomination.*

C'est évidemment à la sous-association « *Calamagrostidetosum* » du *Rhodoreto-Vaccinietum* que doit être assimilé notre groupement. Et si l'on se réfère au relevé synthétique de cette sous-association figurant au Prodrôme déjà cité, on constate que les différentielles

indiquées par BRAUN-BLANQUET: *Calamagrostis villosa*, *Veratrum album*, *Ranunculus montanus* (*R. geraniifolius*), *Geranium silvaticum*, *Poa Chaixii*, *Rosa pendulina*, *Pencedanum Ostruthium*, *Rubus Idaeus*, *Luzula nemorosa* var. *Erythranthema*, correspondent, à très peu près, aux groupes des espèces liées à des sols à mull ou à mull-moder — qu'elles soient mésophiles ou mésohygrophiles — qui nous sont apparues comme constituant les groupes différenciateurs.

3° Répartition - Ecologie.

En Suisse, le groupement à *Calamagrostis villosa* est considéré comme plus xérophile et plus thermophile que la Rhodoraie proprement dite et comme ne dépassant qu'exceptionnellement l'altitude de 2 000 m. En est-il de même en Haute-Maurienne? En l'absence de mesures climatiques, il est évidemment difficile de répondre à une telle question. Tout ce que l'on peut dire, c'est que la Rhodoraie paraît mieux adaptée aux gros éboulis, aux crêtes rocheuses et que, de ce fait, c'est bien à elle, en général, qui colonise les dernières stations susceptibles d'être occupées par la forêt de Pin Cembro. On peut conjecturer en outre, que la plus grande abondance de Mélèze, au feuillage léger, entraîne comme corollaire, un climat du sol plus sec que celui de la Rhodoraie.

Ce sol, en tout cas, présente des caractéristiques différentes de celles appartenant aux sols de la Rhodoraie. L'analyse ci-après et le profil correspondant montrent qu'il s'agit d'un sol lessivé, *faiblement podzolique* (indice d'entraînement: 3): à *moder*, mais à *moder faisant le passage avec un mull*. Dans le feutrage très dense des racines de Graminées, en effet, l'humus apparaît sous forme de petits grumeaux, mais peu consistants et présentant des grains de quartz, libres. Le rapport C/N (19,3) montre que la minéralisation et l'humification sont assez rapides; le rapport S/T élevé, indique, lui, une grande richesse en bases qui rappelle celle d'un mull.

L'influence de l'altitude, des résineux — et, dans une certaine mesure des Ericacées — se trouve donc sensiblement contrebalancée par celle des Graminées dont le rôle s'avère considérable. Il faut ajouter que la plus grande luminosité régnant au niveau du sol, facilite encore la minéralisation de la matière organique.

De telles caractéristiques expliquent l'organisation sociologique et la composition floristique du groupement où dominent nettement des espèces liées à des sols à *moder* ou à des sols à mull, le type d'humus, pourtant ici très uniforme, permettant aux unes et aux autres, grâce à son caractère marginal, de prospérer (19).

(19) et compte tenu, aussi, de l'amplitude écologique des espèces présentes, évidemment.

Horizons	Épais- seur	Caill- loux	pH	Arg.	Limons fins	Limons gros	Sables fins	Sables gros	Mat. org.	C	N	C/N
A1	6 cm		4,9						17,0	8,49	0,44	19,3
A2	20 cm	I4	5,2	5,0	23,4	14,4	34,1	21,6	1,0	0,60		
B	40 cm	17	5,4 (b)	6,2	20,3	14,4	36,4	21,1	0,9	0,55		
Horizons	Complexe absorbant (m. val. p. %)						Co2 Ca	Fer libre	Observations			
	T à ph 7	Ca	K	Mg	S	S/T						
A1	23,5	10,17	0,85	2,46	13,48	57,4	0	0,52	Indice d'entr. du fer : 3,1			
A2	7,6	2,94	0,08	0,59	3,61	47,5	0	0,42				
B	6,7	2,18	0,07	0,50	2,75	41,0	0	1,30				

III.6.1.3. — *La pineraie de Pin Cembro à Rhododendron ferrugineum et Erica carnea.*

1° *Organisation sociologique et composition floristique.*

Comme le montre le tableau général d'association, cette petite unité se caractérise par la présence de *Pinus montana subsp. uncinata* et d'espèces liées à des sols calcimorphes (moder calcique tout particulièrement) comme *Valeriana montana*, *Sorbus Chamaemespilus*, *Erica carnea*, *Aster Bellidiastrum*, *Calamagrostis varia*, *Phyteuma orbiculare*, *Carex ferruginea*... qui forment, comme on le voit sur le tableau, un véritable groupe différentiel. Les espèces liées à des sols à humus brut sont également bien représentées, ainsi d'ailleurs que les espèces de moder, alors que, par contre, les mésophiles et les mésohygrophiles de mull, sont pratiquement absentes. L'ensemble se trouve complété par des mésophiles indifférentes, où les Mousses dominent nettement.

Ce groupement possède un spectre floristico-écologique qui n'est pas sans rappeler, malgré les apparences, celui de la Rhodoraie proprement dite, mais où la moitié environ de « l'espace » occupé par les espèces liées au mor se trouverait couvert par des espèces liées au moder calcique. Nous verrons que la pédologie permet d'expliquer une telle organisation.

La *structure* est, dans son ensemble, semblable à celle de la Rhodoraie, les plages de Graminées étant toutefois moins importantes. Nous avons observé toutefois, un « individu » pâturé de structure un peu différente où de petits îlots de pelouse riches en calciphiles se trouvaient intégrés dans une Rhodoraie reposant sur roche-mère calcaire.

(b) On notera que le pH augmente avec la profondeur. Ceci tient au fait, que dans l'horizon humifère, le nombre d'ions h⁺ dissociés est plus élevé (acides humiques).

2° Identification - Dénomination.

Dans le Parc national suisse, a été distinguée dans la Rhodoraie à Vacciniées (*Rhodoreto-Vaccinietum*) une sous-association à Pins à crochets: *Rhodoreto-Vaccinietum Mugetosum* qui se distingue, en fait, très peu du *Rhodoreto-Vaccinietum Cembretosum*, si ce n'est par la plus grande constance et abondance de Lichens du genre *Cladonia* et d'espèces d'humus brut, s'observant dans les Alpes internes tout au moins, aux confins des étages alpin et subalpin, comme *Empetrum hermaphroditum* et *Vaccinium uliginosum*. La présence de ces espèces s'explique par le fait que la sous-association à Pin à crochets pousse à haute altitude, les relevés de BRAUN-BLANQUET ont été pris en majorité entre 2 100 et 2 300 m. Quant aux faibles différences floristiques existant entre les deux unités, elle est due au puissant développement d'une couche d'humus brut qui fait « converger » les flores, grâce à des horizons superficiels « analogues » bien que dans le *Rhodoreto-Vaccinietum Cembretosum* les roches-mères soient presque toujours siliceuses et dans le *Rhodoreto-Vaccinietum Mugetosum* presque toujours calcaires.

Il existe toutefois des différentielles de sols calcimorphes, non mises en évidence d'ailleurs, par BRAUN-BLANQUET, mais elles sont plutôt rares, et nous avons dit pourquoi; il s'agit d'*Erica Carnea*, de *Sorbus Chamaemespilus*, et de *Rhododendron intermedium*.

Notre groupement de Haute-Maurienne — qui ne se présente qu'exceptionnellement par masse — se distingue de son homologue suisse, d'une part par l'absence des Lichens du genre *Cladonia*, d'*Empetrum hermaphroditum*, de *Vaccinium uliginosum*, d'autre part, par la présence, en plus grande abondance, d'espèces calciphiles. Ceci s'explique par le fait qu'il ne s'observe pas à haute altitude (il se trouve limité, dans la zone calcaire et gypseuse, par un replat occupé par l'homme) et que, l'érosion ou le pâturage aidant, il est relativement proche de l'association de Pin à crochets (*Erico-Mugetum*) qui précède la pineraie de Pin Cembro à Rhododendron, dans une même série dynamique.

3° Répartition - Ecologie.

Il se trouve que, dans notre dition et sur versant frais, les roches carbonatées sont surtout représentées par des gypses — très sensibles à l'érosion — ou par des calcaires triasiques, mais formant des falaises abruptes, au-dessus desquelles l'homme a installé des pâturages. Ceci explique que la pineraie de Pin Cembro à *Rhododendron ferrugineum* et *Erica carnea* soit très rare et ne se présente que sous une forme plus ou moins fragmentaire. C'est, en définitive, sur les lèvres plein nord de certains couloirs très enneigés qu'elle se localise pratiquement, entre Termignon et Bramans.

Climat — Si donc son climat général ne peut différer de celui de la Rhodoraie proprement dite, son microclimat — dont nous

n'avons fait aucune mesure — est peut-être, toutes choses égales d'ailleurs, un peu plus froid.

Sol — Les sols, par contre, présentent des caractères propres sommairement analysés ci-après :

1^{er} exemple - Forêt communale de Bramans - Canton du Jeu - Parcelle 7.

Exp. NW (350 g) p. 100 % - Alt. 1920 m - Roche-mère: Cargneules.

Relevé floristique n° 28.

Horizons	Epaisseur	Profond. du prél.	pH	Mat. Org.	C.	N.	C/N	Ca ++ échange.	Co3 Ca actif
A ₀	7 cm	- 4 cm	5,2	53,3	31,36	1,26	25	41	0
A ₁		- 12 cm	7,5	8,9				28,2	0
A ₁	30 cm	- 25 cm	8,2	0,8				(sat)	0,6

2^e exemple - Forêt communale de Sollières - Sardières - 1^{re} série - Parcelle U.

Exp. N (Og.) p. 70 % - Alt.: 2000 m - Roche-mère: Moraine calcaire et cargneules - Relevé floristique n° 29.

Horizons	Epaisseur	Profond. du prél.	pH	Mat. Org.	C.	N.	C/N	Ca ++ échange.	Co3 Ca actif
A ₀	10 cm	- 4 cm	4,6	65,8	38,74	1,4	27,7	22,6	0
A ₁	18 cm	- 12 cm	6,5	4,3				13,2	0
A ₁ /C	30 cm	- 20 cm	8,1	1,6				(sat)	0,6

Description d'un profil (sol n° 2) - fig. 50.

A₀ — (0 - 10 cm) — humus très noir, consistance un peu « grasse ».

A₁ — (11 - 36 cm) — humus brun-ocracé, à grumeaux de 3 mm. Squelette de plus en plus abondant avec la profondeur (fragments de cargneule).

C — — cargneule ocre clair, un peu fissurée.

e = 1/10^e

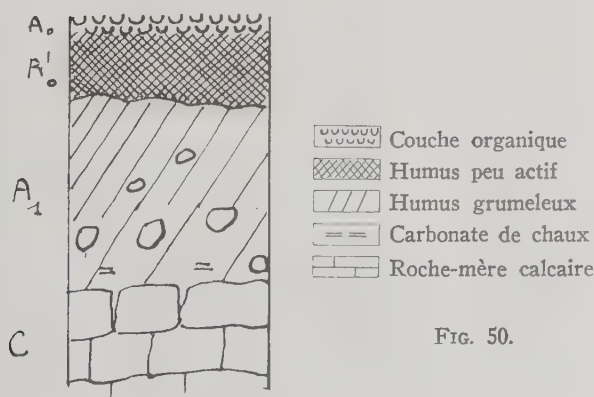


FIG. 50.

On voit qu'il s'agit de *sols calcimorphes à humus brut*.

L'humus, en A₀, a exactement la morphologie d'un « Mor » ; bien qu'acide, il est cependant assez riche en calcium échangeable (surtout celui du 1^{er} sol) ; le rapport C/N est plus faible que dans les Mors « atlantiques » où il dépasse souvent 30.

L'humus du 1^{er} sol, où la teneur en Ca est de 41, doit être considéré comme un « Tangel » ou mor calcique ; celui du second passe au mor vrai.

Alors que l'horizon supérieur est acide, on passe assez vite en profondeur à un pH supérieur à 8, et à une saturation en calcium échangeable.

On conçoit que, sur de tels sols, coexistent — au moins provisoirement — deux groupes écologiques, qui paraissent au premier abord « antinomiques ». Sur l'humus brut, vont se trouver les espèces adaptées à un tel substrat ; c'est-à-dire très frugales, en ce qui concerne l'azote ; mais, comme il s'agit d'un humus assez riche en calcium échangeable et qu'au demeurant, les couches inférieures offrent une composition et une structure de moder calcique, s'observeront également les espèces calciphiles.

Il faut ajouter que l'érosion, toujours très diversifiée — (il faudrait parler de micro-érosion) joue un rôle non négligeable et ce, d'autant plus que la roche-mère est friable. La couche d'humus brut a donc une épaisseur très variable d'un point à un autre, si bien que la couche carbonatée peut être très facilement atteinte par les espèces calciphiles. Sur gypse, tout particulièrement, on arrive ainsi à observer, et dans un mélange assez confus, des espèces liées au mor et des espèces pionniers calciphiles comme *Dryas octopetala*.

III.6.2. — Les pineraies de Pin Cembro xérophiles.

Ces peuplements xérophiles de Pin Cembro qui s'étendent au-dessus de la pessière subalpine sèche à *Vaccinium Vitis idaea*, présentant des caractères propres qui doivent les faire distinguer, à notre avis, des peuplements mésophiles, étant entendu qu'il existe entre eux des termes de transition.

1° Organisation sociologique et composition floristique - Faciès.

Ce qui frappe le plus, dans le tableau d'association, c'est la présence de deux groupes écologiques, non rencontrés dans l'association mésophile.

Le premier est relativement spécialisé, puisqu'il est formé de *xérophiles liées à des sols à moder* : Ces espèces, toutes orophiles, se rencontrent, soit dans les pelouses acidiphiles sèches du bas de l'étage alpin (associations du *Festucion variae* dépendant des *Cariacetalia curvulae*), soit dans les landes acidiphiles sèches du haut de l'étage subalpin (*Junipereto-Aretostaphyletum*, en particulier), le

second est moins spécialisé, puisqu'il comprend des espèces xéro-
philes sans doute, mais paraissant indifférentes au chimisme du sol.
Ces espèces sont également bien représentées dans le *Junipereto-
Arctostaphyletum*, association principale de l'alliance du *Junipe-
rion nanae*. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de commenter ce fait,
lors de l'étude de l'identification de notre groupement.

Les groupes des mésophiles et des mésoxérophiles de sols à mor
ou à moder présentent, par rapport à ceux de la Rhodoraie, une
composition sensiblement différente, au moins quantitativement. *Rho-
dodendron ferrugineum* devient rare et est pratiquement remplacé
par *Juniperus communis* subsp. *intermedia* et *nana*; *Vaccinium Vitis
idaea* joue un rôle plus important que *Vaccinium Myrtillus*, alors
que c'était l'inverse dans la Rhodoraie (sauf dans le relevé 1 qui
correspond à un faciès de transition). Quant aux mésophiles pro-
prement dites, comme *Calamagrostis villosa*, *Melampyrum silvati-
cum*, *Homogyne alpina*, elles se sont très sensiblement raréfiées.

Parmi les mésohygrophiles, seules, subsistent les plus plastiques :
Chaerophyllum Villarsii, *Peucedanum Ostruthium*... Aucune trace,
en particulier, des espèces de l'*Alnetum Viridis* qui s'observaient
parfois dans la Rhodoraie.

Dans la strate arborescente, deux faits notables sont à relever :
d'une part, l'absence presque absolue de *Larix decidua*, d'autre part,
la relative abondance de *Picea excelsa* qui, sur versant sud, monte
plus haut que sur versant nord. On sait que la répugnance du Mé-
lèze à coloniser les versants sud n'est pas spéciale à la Haute-Mau-
rienne. FOURCHY (P.) (1952) a pu montrer qu'il en était ainsi dans
toute la zone intra-alpine, du moins, la moins arrosée.

2° Identification - Dénomination.

Si l'on cherche à repérer, parmi les associations déjà décrites,
celles qui présentent le plus d'affinités avec notre groupement, on
s'arrête vite sur le *Junipereto-Arctostaphyletum* (21). Les deux
groupements possèdent en commun : *Arctostaphylos Uva ursi*, *Ju-
niperus communis* subsp. *nana*, *Cotoneaster integerrima* qui sont con-
sidérées, entre autres, comme caractéristiques par BRAUN-BLANQUET,
Vaccinium Vitis idaea, *Vaccinium Myrtillus*, *Anthoxanthum odora-
tum*, *Deschampsia flexuosa*... pour ne citer que les plus abondantes
et les plus constantes. Sont, en outre, à citer, les xérophiles acidi-
philes ci-après : *Phyteuma betonicifolium*, *Silene rupestris*, *Laser-
pitum Halleri*, *Veronica fruticane*.

A ces ressemblances positives, doivent s'ajouter les affinités né-
gatives, en quelque sorte : dans les deux groupements, les méso-
philes sont rares et tout particulièrement *Rhododendron ferrugi-
neum*, *Calamagrostis villosa*, *Homogyne alpina*, etc.

(21) BRAUN-BLANQUET (J.), SISSINGH (G.) et VLEIGER (J.) 1939 et BRAUN-
BLANQUET (J.), PALLMANN (H.) et BACH (R.) 1954,

A quoi tiennent les différences? Il y a d'abord celles qui s'expliquent par l'histoire des flores: dans notre association, sont ainsi absentes des espèces propres à l'Europe Centrale, comme *Senecio abrotanifolius*, *Sempervivum Wulfeni*. Il en est d'autres — et les plus importantes — qui s'expliquent par l'écologie: le *Junipereto-Arctostaphyletum* est sensiblement plus riche en espèces héliophiles: *Arnica montana*, *Anemone alpina*, *Nardus stricta*, *Trifolium alpinum*, *Gentiana campestris*, etc. indiquant assez que ce groupement est relativement proche des associations prairiales du bas de l'étage alpin. Notre association, par contre, bien que fragmentaire, se situerait plus près du climax, semble-t-il. Et ce fait est confirmé par l'importance du Pin Cembro: dans la lande à Busserole et à Genève, il est sans doute presque partout présent, mais il ne forme pas de forêt à proprement parler, puisqu'il s'observe en individus clairsemés ou en bouquets isolés; dans notre groupement, au contraire, la strate arborescente a une densité comparable à celle de la pineraie de Pin Cembro à *Rhododendron ferrugineum*.

Si donc, il fallait donner un nom à cette unité, en s'inspirant des règles suivies par BRAUN-BLANQUET, il serait assez logique de l'appeler: « *Junipereto-Arctostaphyletum cembretosum* ». Mais nous pensons qu'il est plus sage, avant de fixer toute étiquette, d'attendre une étude plus approfondie, axée sur sa place parmi les autres associations de l'étage.

3° Répartition - Ecologie - Faciès.

On n'observe de tels peuplements, dans notre dition, ni sur roche-mère calcaire, ni sur schistes lustrés, mais uniquement sur les schistes et grès du Houiller et sur les quartzites triasiques.

Sur roche-mère calcaire, l'étage subalpin supérieur, aux expositions sud, est, en effet, occupé par l'association à *Pinus uncinata* et *Arctostaphylos Uva ursi* ou *Erica carnea*; il s'agit d'un groupement neutrophile: la rigueur des pentes, la sécheresse et l'évaporation constituant autant de facteurs propres à freiner la formation de sols calcimorphes à humus brut. Sur schistes lustrés, par contre, il semble que l'évolution naturelle devrait, plus facilement, conduire à une Juniperaie à Pin Cembro; mais l'action humaine a été considérable et, si elle a existé, la forêt de Pin Cembro n'a pas laissé de traces.

Par contre, sur les éboulis de schistes ou de grès houillers, ou, sur les quartzites du synclinal de Chavières où l'homme ne pouvait manifestement s'installer, la forêt de Pin Cembro a pu subsister, quoique de façon fragmentaire. Elle se localise donc au niveau d'arêtes peu accusées et monte ainsi jusqu'à plus de 2 300 m. Vers le bas, elle passe progressivement, vers 2 000 m, à la pessière subalpine à *Vaccinium Vitis idaea*.

Elle présente un faciès particulier, fort localisé, mais digne de retenir l'attention. Sur quartzites à forte pente, elle repose en effet,

sur un ranker à moder, particulièrement peu évolué et où s'observent en abondance *Phyteuma betonicifolium* et *Minuartia larifolia*.

III.6.3. — Vue d'ensemble sur les pineraies de Pin Cembro.

III.6.3.1. — Affinités phytosociologiques.

Les pineraies de Pin Cembro, à *Rhododendron ferrugineum* ou à *Calamagrostis villosa* sont typiquement intra-alpines, comme les associations précédemment décrites; elles s'étendent, en effet [BRAUN-BLANQUET (J.), SISSINGH (G.) et VLIEGER (J.) (1939)], de la Styrie, en Autriche, aux Alpes maritimes, dans les chaînes internes.

Ce que nous avons dit concernant les pineraies de Pin sylvestre ou de Pin à crochets, les sapinières et les pessières, à savoir que

Les pineraies de Pin Cembro
Cercles d'exposition

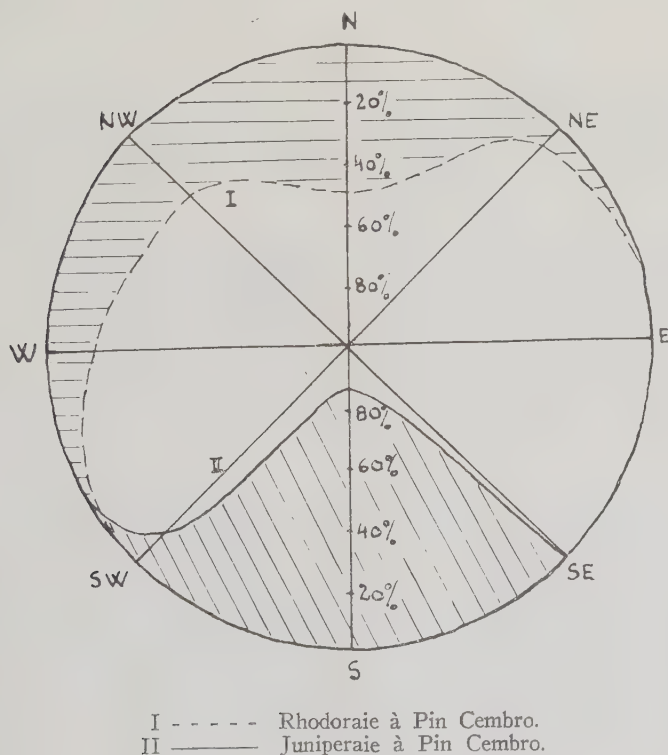
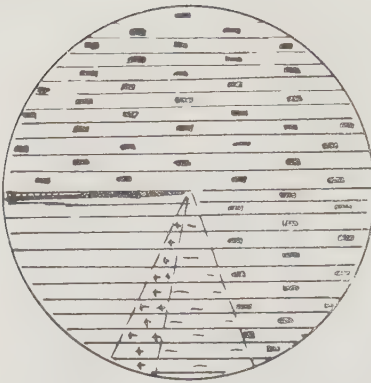
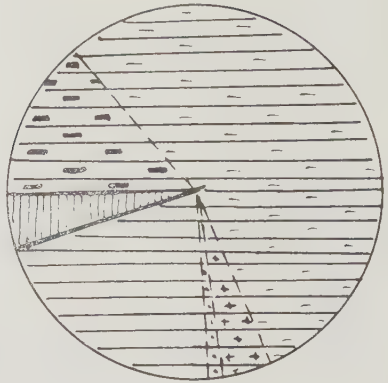


FIG. 51.

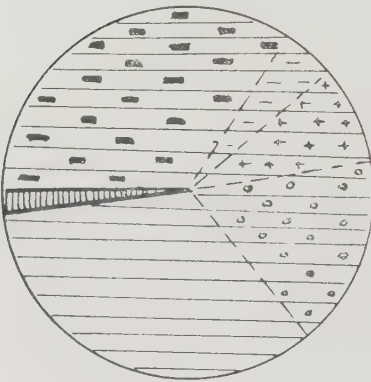
Les pineraies de Pin Cembro
Spectres floristico-écologiques



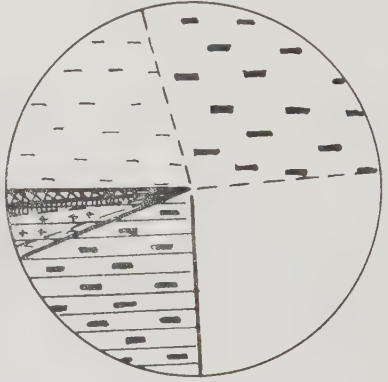
I. *Rhodoreto-vaccienetum cembretosum* (Relevés 1 à 11).



II. *Rhodoreto-vaccinieto calamagrostidetosum* (Relevés 18 à 25).



III. *Rhodoreto-vaccietum ericetosum*,
(Relevés 26 à 29)



IV. *Junipereto-vaccinietum cembretosum* (Relevés 1 à 8).

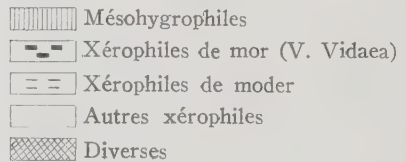
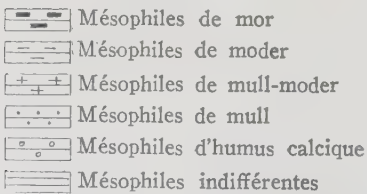


FIG. 52.

leur présence en Haute-Maurienne met bien en évidence les affinités floristiques et écologiques que cette vallée présente avec d'autres vallées intra-alpines où l'on rencontre ces mêmes groupements, s'applique donc parfaitement aux pineraies de Pin Cembro.

Il y a lieu de noter, toutefois, que ces dernières peuvent s'observer en dehors du monde intra-alpin proprement dit, puisqu'elles ont essaimé jusqu'à Chamrousse, sur le rebord occidental des massifs cristallins externes. Mais il s'agit, ici, d'un groupement un peu appauvri floristiquement et où manque, en particulier, *Calamagrostis villosa*.

Il faut signaler aussi que la Rhodoraie à Vacciniées, sans arbres (*Rhodoreto-Vaccinietum extra-silvaticum*) a une aire d'extension plus vaste que celle du *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, bien que, toujours selon les auteurs cités ci-dessus, elle manque totalement déjà dans le Dévoluy et ne soit pas représentée, du moins à leur connaissance, dans le Queyras ou dans l'Ubaye.

Les deux types extrêmes se partagent les expositions opposées, les peuplements « xérophiles » de Pin Cembro sont beaucoup plus étroitement localisés que leurs homologues mésophiles.

On retiendra que les expositions « intermédiaires », entre Avrieux et Termignon, où la vallée de l'Arc prend une direction SW-NE, sont essentiellement occupées par des peuplements de Pin à crochets (zone des cargneules et des gypses). De ce fait, les potentialités du Pin Cembro quant à son aptitude à occuper les expositions les plus diverses ne peuvent totalement se manifester.

Dans la pineraie de Pin Cembro à *Rhododendron ferrugineum*, sur sol podzolique ou podzol, les espèces liées au mor dominant; dans la pineraie à *Calamagrostis villosa*, ce sont celles liées au moder qui dominant; enfin, dans le type mixte, sur rendzine à humus brut, il y a partage entre des acidiphiles franches et des basiphiles.

Sur versant sud, les espèces xérophiles dominent nettement, dans la pineraie de Pin Cembro à Airelle rouge et Genévrier.

Il n'est pas inutile, enfin, de rappeler que *le long des chaînes préalpiennes et dans le Jura*, une association affine vient relayer, en quelque sorte, la pineraie de Pin Cembro à *Rhododendron*: il s'agit du *Lycopodio-Mugetum* décrit récemment de façon complète par RICHARD (J.-L.) dans le Jura (1961). On rencontre ce groupement dans l'étage subalpin, sur lapiaz, ou en enclaves subalpines dans l'étage montagnard, sur éboulis à microclimat du sol particulièrement froid. Si, dans cette association, le Pin à crochets remplace le Pin Cembro, les mêmes Ericacées se retrouvent: *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Empetrum hermaphroditum*, et sur un sol

« analogue » à celui de la pineraie de Pin Cembro à Rhododendron, c'est-à-dire à humus brut.

III.6.3.2. — *Evolution - Climax.*

Tous les auteurs qui, comme BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.), BACH (R.) (1954), ont analysé la pineraie de Pin Cembro à Rhododendron ou qui, comme AUER (Ch.) (1947), LUDI (W.) (1945), DUCHAUFOUR (Ph.) (1952) ont étudié les groupements, riches en Mélèzes de l'étage subalpin supérieur, se sont accordés pour reconnaître dans cette pineraie, un groupement final, climatique. L'analogie des sols, au sens de PALLMANN, qu'ils reposent sur roche-mère silicatée ou sur roche-mère carbonatée constitue évidemment un puissant argument en faveur de ce point de vue.

Ce qu'il est intéressant de rappeler, c'est que, comme l'a souligné DUCHAUFOUR dans son récent ouvrage de Pédologie (1965), l'on se trouve en présence de podzols climatiques qui « s'opposent aux podzols de plaine » ; ces derniers résultent, en effet, d'une action régressive et sont appauvris en éléments minéraux nutritifs, à la suite d'un lessivage préalable prolongé « alors que les premiers sont souvent plus riches au point de vue chimique, en particulier parce que leurs horizons supérieurs contiennent de nombreux fragments de roche-mère en cours d'altération, précieuses réserves en éléments minéraux ».

Mais — la chose est à souligner — à l'inverse de ce que l'on observe dans le domaine atlantique de plaine, la régression est caractérisée par un « brunissement » des sols et la disparition ou la quasi-disparition des horizons typiques des podzols. C'est ce qui se passe dans la sous-association à *Calamagrostis villosa* dont l'origine s'explique à notre avis, par l'incendie ou, le pâturage (22), et où les sols rencontrés sont, on l'a vu, faiblement podzoliques, avec un horizon humifère à C/N particulièrement bas.

III.6.2.3. — *Structures sylvicoles - Production.*

Ce qui caractérise la structure sylvicole de la pineraie de Pin Cembro, est le faible nombre d'individus rencontrés à l'hectare, surtout dans les petits diamètres. Il s'agit d'une *futaie claire*, où l'on n'observe pas, contrairement à ce qui se passe dans l'étage montagnard (sapinière) ou même dans l'étage subalpin inférieur (pessière subalpine), de fourrés de jeunes plants ; ces derniers sont isolés les uns des autres : le forestier dit que la régénération se fait pied par pied.

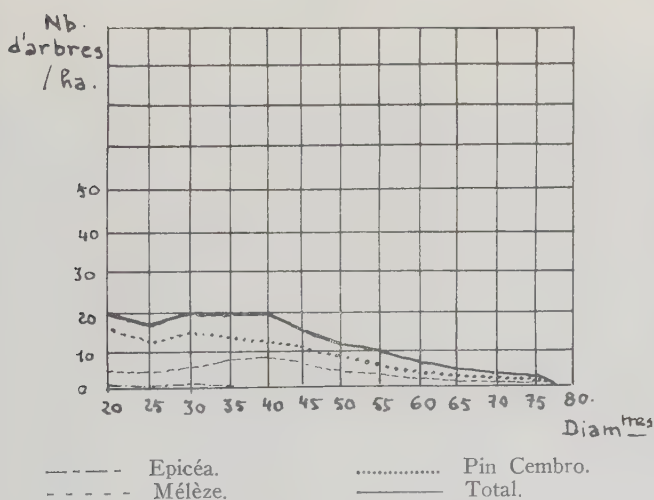
(22) En forêt d'Aletsch, nous avons pu voir un envahissement du *Calamagrostis villosa*, après incendie.

La courbe donnant le nombre d'arbres à l'hectare par catégorie de diamètre traduit bien ce phénomène: elle est presque parallèle à l'axe des abscisses.

Quant à la production, elle est évidemment faible, comme on pouvait s'y attendre. 85,9 ha échantillonnés, ont donné le chiffre de 1,8 m³ par ha/an (tarif Algan n° 6).

Pineraie de Pin Cembro à Rhododendron.

Structure sylvicole.



Forêt d'Avrieux - 2° S^{te} - Montonnaz.

FIG. 53.

III.7. — L'AULNAIE VERTE (*Alnetum viridis*)

III.7.1. — Analyse phytosociologique et écologique.

De tous les groupements étudiés jusqu'à présent, le groupement à *Alnus viridis* est celui qui peut paraître le moins forestier, au sens étroit du mot. Et il en est bien ainsi, si l'on observe que les arbres y sont rares et toujours disséminés.

Mais il nous a semblé, cependant, présenter un réel intérêt — et même forestier — : il appartient à un étage silvatique, le subalpin ; c'est, dans notre dition, le seul groupement de feuillus de cet étage ; il fait corps avec la forêt proprement dite, dans presque tous les cas ; il présente, enfin, les plus étroites affinités avec certains faciès de la forêt résineuse, toujours dans notre dition, et, en dehors d'elle, avec des forêts mixtes de l'étage montagnard supérieur.

1° Organisation sociologique et composition floristique.

Le tableau d'association est d'une grande *simplicité*, en ce sens que le nombre de groupes écologiques est faible et que l'un d'eux — celui des mésohygrophiles des sols colluviaux à mull — domine nettement.

Dans le groupe des mésohygrophiles à mull, il y a lieu de distinguer certaines espèces qui jouent le rôle de différentielles géographiques et même — quoique à un moindre degré — altitudinales ; elles permettent d'individualiser le groupement à *Alnus viridis* par rapport à d'autres groupements affines des Pyrénées ou du Massif Central : il s'agit d'*Alnus viridis*, *Achillea macrophylla*, *Aconitum paniculatum*, *Sisymbrium tanacetifolium* qui sont des orophiles sud-européennes et, les trois premières même, des alpino-balkaniques. Ces espèces peuvent, à ce titre, être considérées comme les *caractéristiques* du groupement.

Les autres espèces du groupe écologique, dont la tête de file est *Adenostyles Alliariae* ont une aire soit circumboréale, soit médio-européenne et ont, quant à l'altitude, une amplitude plus vaste. Il ne nous a pas paru utile de faire de distinctions, à l'intérieur de ce sous-groupe, encore que certaines espèces soient considérées par BRAUN-BLANQUET (J.) (1950), comme caractéristiques d'Alliance (*Adenostylion*), et d'autres d'Ordre (*Adenostyletalia*) (23).

(23) Cf, à ce sujet, le tableau général des groupes écologiques.

PLANCHE XVI
L'AULNAIE VERTE



Dans un couloir, en forêt de Lanslebourg.

Sur cette photo, on distingue, outre *Alnus viridis*, *Adenostyles Alliariae*, *Achillea macrophylla*.

Le sol colluvial à mull apparaît aussi, nettement.

À côté de ce groupe, compact et homogène, doit être distingué un fragment de groupe qui comprend des espèces, à notre avis, moins hygrophiles, mais qui, comme les précédentes, s'observent essentiellement sur des sols à mull, à structure aérée. Ces espèces qui se rencontrent, sans doute, en forêt, trouvent leur optimum dans les prairies engraisées de l'étage subalpin ou du montagnard supérieur, à *Trisetum flavescens*: il s'agit de *Geranium silvaticum*, et, mieux encore, de *Veratrum album*, *Campanula rhomboïdalis*, *Trollius europaeus*, etc. Ce qu'il est intéressant de noter, tout de suite, c'est que ces espèces trouvent donc, dans le sol de l'Aulnaie verte, une structure et une nourriture minérale et azotée comparables à celles des sols de prairies où on les observe si fréquemment et avec une telle abondance.

Nous avons cru devoir mettre à part trois espèces: *Viola biflora*, *Soldanella alpina*, *Sorbus aucuparia* dont l'écologie mériterait d'être précisée; elles sont liées à une grande humidité de l'atmosphère et du sol, mais présentent, par contre, à l'égard de son chimisme, une certaine plasticité. *Sorbus aucuparia*, en particulier, s'observe — quoique avec une vitalité moindre — sur des sols à mor tourbeux dans les associations d'Epicéa à Sphaignes (*Sphagno-Piceetum*) ou de Pin à crochets à Sphaignes (*Sphagno-Mugetum*, des Suisses) (24), comme sur les sols podzoliques ou les podzols de la pineraie de Pin Cembro à Rhododendron.

Ont été rassemblées, in fine, des espèces assez plastiques — mais mésophiles — et qui, d'une façon générale, trouvent leur optimum sur des sols acides à moder: *Oxalis acetosella*, très « ubiquiste » quant à l'altitude, *Homogynæ alpina*, etc. Ce sont des espèces échappées des associations voisines, au contact étroit desquelles se trouve l'Aulnaie verte. Parmi elles, des espèces comme *Aspidium lonchitis*, *Valeriana tripteris* — à un moindre degré *Gentiana punctata* — trouvent dans le sol de l'Aulnaie verte, la texture grossière qui leur convient et que l'on retrouve dans les éboulis plus ou moins nus où elles se complaisent.

Dans chacun des groupes, nous avons mis à part les Mousses; a fortiori celles qui, quoique mésophiles, paraissent indifférentes au type d'humus.

Le spectre floristico-écologique n'appelle aucun commentaire spécial puisqu'il n'est que la traduction imagée du tableau d'association lui-même.

La structure est pluristrate: quelques arbres se rencontrent parfois (*Larix decidus* - *Picea excelsa*), mais toujours très disséminés. Sous les Aunes verts et les Sorbiers des oiseleurs dont les tiges sont fortement courbées vers l'aval sous l'effet de la reptation des neiges, s'observent une sous-strate arbustive, très lâche, avec surtout *Lonicera nigra*, et la strate de la megaphorbiaie proprement

(24) De telles associations ne s'observent pas en Haute-Maurienne.

dite qui comprend les grandes espèces: *Cicerbita alpina*, *Adenostyles Alliariae* et, sous elles, les petites espèces: *Viola biflora*, *Myosotis silvatica*, etc. Quant à la strate muscinale, elle n'est représentée que par quelques individus, très rares dans l'ensemble.

Le spectre biologique montre précisément cette rareté des Bryophytes et l'importance à peu près égale des Phanérophytes et des Hémicryptophytes.

L'Aulnaie verte

Spectres biologique et floristico-écologique.

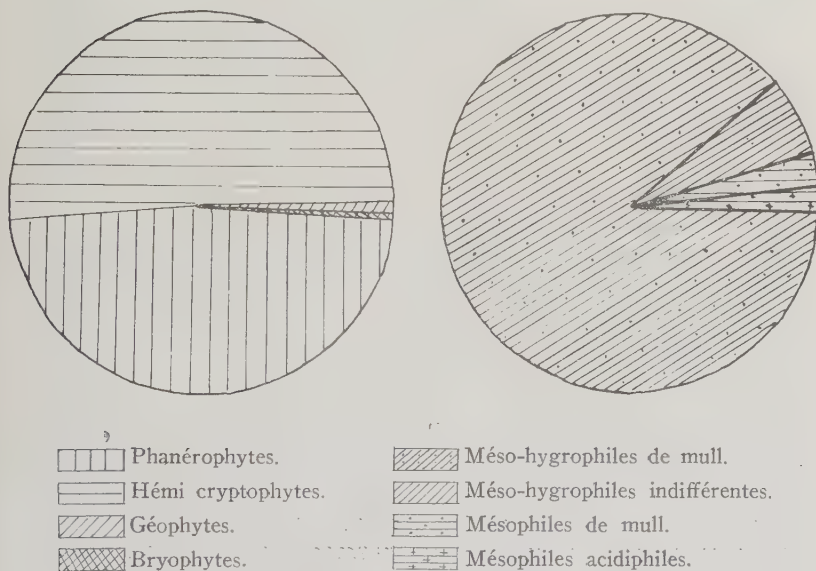


FIG. 54.

Légende. — On notera la dominance écrasante des mésophygrophiles — et singulièrement de celles de mull — ce qui s'explique par les conditions très particulières régnant dans une association hautement spécialisée (sol colluvial à mull, en atmosphère humide, en versant exposé au Nord).

Il y a équilibre entre Phanérophytes et Hémicryptophytes, tandis que les Bryophytes sont très rares.

2° Identification - Dénomination.

Notre groupement s'identifie facilement avec l'*Alnetum viridis* décrit en Suisse (25), ou dans les Alpes Françaises, notamment par

(25) On trouvera dans BRAUN-BLANQUET: « Übersicht der Pflanzen gesellschaften Rätens » in *Vegetatio* - Vol. II (1949) - Fasc. 2-3 - p. 216, la liste chronologique des auteurs de langue allemande ayant écrit sur cette association.

HEIM (R.), dans le massif du Combeynot (1922) (26), par GUINOCHE (M.), dans le bassin du Giffre (1939), par QUEZEL (P.), dans les Alpes maritimes (1950), par CHAIX (G.), aux abords du Lautaret.

Il faut noter ici que nous n'avons pu distinguer aucune sous-association, alors que BRAUN-BLANQUET (J.) (1949) en Suisse, dans les Alpes rhétiques, en a distingué trois : une à *Salix Waldsteiniana* (sous-espèce orientale du *Salix arbuscula*), une autre à *Salix helvetica*, la dernière, enfin, à *Salix appendiculata*. Ceci tient probablement au fait que notre dition est relativement peu étendue et que nous nous sommes volontairement limité à l'étude des individus d'associations proches des forêts. On peut penser que les taches d'aune vert des vallées déboisées de la Neuvachette ou de la Valloirette recèlent des groupements légèrement différents, plus riches en saules en particulier (27).

3° Répartition - Ecologie.

Dans l'ensemble, l'Aulnaie verte se localise aux expositions fraîches, sur des sols silico-alumineux, dans l'étage subalpin. Ceci peut paraître, *a priori*, en contradiction avec ce que dit FOURCHY (P.) de l'aune vert, dans l'Oisans (1951) : « On le rencontre partout, à toutes expositions et toutes altitudes ; depuis la plaine de l'Oisans (700 m) jusqu'au col du Lautaret (2 100 m). »

En fait, comme le note le même auteur : « à exposition chaude, il se réfugie sur les sols argileux, au voisinage des ravins, où il existe, malgré tout, un peu d'humidité ». En Haute-Maurienne, en tout cas, et compte tenu du fait que l'on ne doit pas confondre Aulne vert et Aulnaie verte (la présence de quelques pieds d'Aune vert constituant la forme la plus fragmentaire de l'association), sa localisation sur les versants nord ou est, secondairement sur les versants ouest, (à l'aval surtout, où ces versants reçoivent les vents pluvieux), comme son absence sur les versants sud, nous paraissent des plus caractéristiques.

L'Alnetum viridis fuit de même les roches-mères calcaires, pauvres en argile, même à exposition plein nord, et tout particulièrement les cargneules, les gypses, ou les calcaires francs. Les couloirs d'avalanches, sur de telles roches, sont donc couverts d'*Erica carnea* et de Pin à crochets rabougris ; leur végétation n'est donc pas très différente de celles des forêts voisines. Si le couloir — comme il arrive parfois dans le gypse — est particulièrement profond et

(26) Dans l'étude de HEIM, qui date de 1922, les listes de plantes sont données sans coefficients d'abondance-dominance ; il ne s'agit pas à la lettre d'une étude phytosociologique.

(27) Comme une excursion rapide a pu nous le montrer.

étroit, la végétation rappelle celle du *Salicetum herbaceae* — *reticulatae* de l'étage alpin, sans que jamais apparaisse l'Aulnaie verte; *Salix reticulata*, *Salix herbacea*, *Dryas octopetala*, *Bartsia alpina*, *Tofieldia calyculata*, *Pirola rotundifolia*, *Saxifraga aizoides*, *Polygonum viviparum*, voisinent alors avec *Rhododendron ferrugineum* qui, lui, se localise sur la lèvre nord du couloir, sur une couche d'humus brut.

Quant à sa localisation en altitude, nous partageons tout à fait l'opinion de FAVARGER (Cl.) (1958, 120) qui « s'il s'agissait de caractériser l'étage subalpin autrement que par des forêts « l'appellerait volontiers « étage de l'aulne vert ». Dans cet étage, en Haute-Maurienne, il occupe, par vastes nappes, les versants très abrupts et humides que la forêt ne peut coloniser, par suite d'un régime de glissements de neige permanent ou les cirques glaciaires, pleins de moraines gorgées d'eau presque en toutes saisons. Il se développe aussi dans les couloirs d'avalanches, au contact de la pineraie de Pin Cembro et de la pessière subalpine; le long de ces couloirs, qui vont souvent s'encaissant entre des parois rocheuses, il descend jusque dans l'étage de la sapinière, mais en perdant une partie de son cortège floristique et en n'occupant plus qu'une surface minime et fort fragmentée, ce qui explique que l'aune vert puisse s'observer assez bas, en altitude, mais toujours dans des stations très particulières.

Cette triple localisation: *exposition fraîche, roche-mère silico-alumineuse, étage subalpin*, permet de se faire une idée de l'écologie générale de l'association. Si son climat général est celui de la pessière subalpine ou de la pineraie à Pin Cembro, son climat local — et singulièrement celui du sol et celui régnant sous la strate des Aulnes verts — possède certainement des caractéristiques propres: degré hygrométrique élevé tout particulièrement. Nous n'avons, malheureusement, effectué aucune mesure à ce sujet.

Le sol présente aussi, par rapport à ceux des forêts voisines, des caractères originaux.

Nous avons fait deux prélèvements, sur schistes lustrés seulement, dont les résultats sont condensés dans le tableau ci-après.

1er prélèvement - (relevé floristique n° 4)				
Horiz.	PH	Mat. Org.	CO ³ Ca	Ca
A ₁	6,5	6,4	0	10,7
A ₁ C	6,6	5,7	0	11,2

2ème prélèvement - (relevé floristique n° 5)									
Horiz.	pH	Arg.	Limon F	Limon G	Sables F	Sables G	Mat. Org.	Fer libre	
A ₁	5,7	11,3	17,7	9,7	14,9	40,3	<u>4,8</u>	1,10	
A ₁ C	6,3	4,0	18,1	15,7	14,0	45,1	4,8	1,22	
Horiz.	Complexe absorbant m. val. p. 100 g.					Mat. org. %			CO ³ Ca
	T à pH 7	K éch.	Ca éch.	S	S/T à pH 7	C	N	C/N	
A ₁	13,2	0,19	10,92	12,09	91,6	2,77	0,29	<u>9,6</u>	0
A ₁ C	10,6	0,07	10,62	10,94	saturé	2,77	0,22	12,6	0

Le profil du sol est le suivant :

- A₁ (0 - 20 cm) — Mull de structure grumeleuse à gros grumeaux, peu humifère. Des cailloux, de toutes dimensions, dès l'horizon supérieur - Nombreuses racines.
- A₁C (> 25 cm) — Horizon s'enrichissant en éléments d'arène, de structure à grumeaux plus fins; cailloux plus nombreux - Moins de racines.

Les analyses, comme la description même du profil, montrent qu'il s'agit d'un sol à horizons non différenciés: c'est un *ranker colluvial à mull actif*.

La texture est assez caractéristique: pauvreté en argile et forte richesse en sables grossiers. Alors que les deux horizons ont, dans leur terre fine, la même composition — ou une composition très voisine — la texture, par contre, diffère, l'horizon supérieur étant plus riche en éléments altérés.

La matière organique peut ne pas paraître très abondante (moins de 5 %): mais il s'agit d'une matière riche en azote minéralisé (C/N particulièrement bas, surtout en A₁); indice de *mull actif*. D'autre part, par suite du colluvionnement qui remanie sans cesse le sol, on l'observe en quantités égales en surface comme à 25 cm de profondeur. Le sol contient donc, en fait, *beaucoup d'éléments azotés directement assimilables*, et c'est là son caractère fondamental.

La capacité d'échange est très élevée.

4° Evolution.

Dans quelle mesure l'Aulnaie verte constitue-t-elle une association permanente? La réponse doit être nuancée.

Si, comme nous l'avons vu, quelques rares Mélèzes et Epicéas arrivent à s'installer et à se maintenir dans les couloirs à Aulne

vert, il ne semble pas que la forêt puisse vraiment se substituer à l'Aulnaie lorsque les conditions sont vraiment spéciales et se maintiennent telles : zones ou couloirs avalancheux, à forte pente, à grande humidité. *L'Alnetum viridis* apparaît alors vraiment comme une association permanente, spécialisée.

Mais l'on conçoit, dès lors, qu'un changement dans le régime des avalanches ou dans celui des eaux, puisse perturber l'association et la faire avancer ou reculer. *La consolidation du colluvium* qui résulte d'un tel changement de régime hydrique permet alors à la forêt de s'installer : on peut penser que la pessière subalpine à hautes herbes précédemment décrite, constitue une phase dans la série qui va de l'aulnaie verte à la pessière subalpine mésophile, dans l'étage subalpin inférieur.

FOURCHY, dans son étude sur l'Oisans, signale aussi l'envahissement par l'Aulne vert, des prairies de fauche et des pâturages abandonnés par l'homme ; ce phénomène en Haute-Maurienne n'est pas très net ; il mériterait, en tout cas, d'être étudié de près, ne serait-ce que pour voir à partir de quelles associations prairiales il s'amorce. Il faut noter ici que, dans la région qui nous occupe, l'homme n'a cessé d'exercer une certaine « pression pastorale », jusqu'à ces dernières années ; d'autre part, le climat général est propice aux associations xérophiles ou mésophiles, qu'elles soient prairiales ou forestières si bien que le recul de l'homme dans l'étage subalpin se manifeste par l'avancée de la lande à *Erica carnea* ou par celle de la lande à *Rhododendron ferrugineum*.

III.7.2. — Vue d'ensemble sur l'Aulnaie verte.

Ce qu'il y a lieu d'étudier, *in fine*, au moins brièvement, ce sont d'une part, les affinités que présente l'*Alnetum viridis*, non seulement avec les autres associations à hautes herbes classées à juste titre par BRAUN-BLANQUET dans la même alliance, l'*Adenostylon*, mais aussi avec des associations forestières appartenant au *Fagion* ; ce sont, d'autre part, les difficultés que rencontre la forêt résineuse à s'installer dans de telles associations, alors que le climat général se montre favorable.

Le rapprochement des relevés effectués dans l'Aulnaie verte avec ceux faits dans les associations à hautes herbes (association à *Adenostyles Alliariae*, de LUQUET (A.), dans le Massif Central (1926), *Adenostyleto-Cicerbitetum*, de BRAUN-BLANQUET (J.), dans les Alpes rhétiques (1949), notamment, montre à l'évidence qu'il s'agit là d'associations vraiment voisines, à tel point que GUINOCHET (M.) (1939) pense qu'il « sera certainement nécessaire de les réunir en un groupement unique ».

Ce qu'il est plus intéressant de noter, ce sont les affinités qui lient l'*Alnetum viridis* (et, d'une façon plus générale, les mégaphorbiaies) et certaines associations feuillues tel l'*Aceri-Fagetum*,

association climax, dans le Jura, de l'étage montagnard supérieur. Les relevés effectués par MOOR (M.) (1952) et par KUOCH (R.) (1954), dans ce groupement — tout particulièrement dans la sous-association à *Cirsium oleraceum* — font apparaître une affinité floristique des plus remarquables avec l'*Alnetum viridis*. Et ceci, bien que cette profonde parenté soit, dans une certaine mesure, masquée par l'appartenance de l'*Aceri-Fagetum* à l'alliance du *Fagion*. En effet, si des espèces comme *Rumex arifolius*, *Cicerbita alpina*, *Ranunculus aconitifolius*, *Veratrum album*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Campanula rhomboïdalis* sont mises en évidence dans les relevés de MOOR, les deux premières en tant que caractéristiques de l'association, les autres en tant que différentielles de sous-associations, d'autres espèces méso-hygrophiles de mull, sont reléguées dans le groupe anonyme des compagnes: il s'agit essentiellement d'*Adenostyles Alliariae*, *Senecio Fuchsii* et *nemorensis*, *Melandrium diurnum*, *Saxifraga rotundifolia*, *Stellaria nemorum*, *Myosotis silvatica*. Ces espèces ont pourtant un grand intérêt de diagnose: elles se présentent, en effet, dans l'association en cause (*Aceri-Fagetum*) avec un degré de présence et une abondance-dominance sensiblement supérieurs à ceux qu'elles possèdent dans les autres associations de l'Alliance.

A cette affinité floristique, correspond une *affinité écologique*. Dans l'*Aceri-Fagetum*, le sol est à structure aérée, à gros grumeaux, à texture assez grossière; l'humus est du type mull, à forte activité biologique; la teneur en matière organique étant d'environ 5 % et diminuant lentement avec la profondeur: tous caractères, on le voit, semblables à ceux des sols de l'Aulnaie verte.

Quant aux climats, ils présentent aussi des caractères voisins, encore que nous ne possédions pas, malheureusement, de chiffres précis à leur sujet: dans l'Aulnaie verte règne une forte humidité; mais elle n'est pas celle du climat général; elle appartient à des stations spécialisées; dans la hêtraie à Erable, cette humidité est « climacique », pourrait-on dire; elle correspond au climat général de l'étage, humide, de « tempérament » océanique. C'est ici qu'il y a lieu de rappeler la très intéressante remarque de FAVARGER (Cl.) (1958): « Rien n'illustre mieux, à notre avis, la différence de climat entre les étages subalpin et montagnard que de voir les groupements à hautes herbes s'associer à une forêt climacique dans l'étage montagnard, alors qu'au subalpin » — et, nous ajouterons personnellement: a fortiori au subalpin *intraalpin* — « elles constituent dans des stations particulièrement fraîches, des associations spécialisées, déterminées par le sol et le climat local ».

Quant au deuxième problème, nous ne ferons que l'effleurer, car il appellerait à lui tout seul, des études fines de physiologie écologique qui sortiraient du cadre de ce travail. Comment expliquer que la forêt résineuse connaisse les plus grandes difficultés à s'ins-

taller dans la mégaphorbiaie et n'y arrive, en définitive, que très rarement ?

En ce qui concerne l'Aulnaie verte, on peut évoquer la concurrence de l'Aulne vert, l'ombre qu'il crée, et surtout le colluvionnement auquel il est parfaitement adapté, au contraire du Méléze et de l'Epicéa. Ces raisons sont peut-être bonnes ; elles ne paraissent pas être les seules. On observe quelquefois, en Haute-Maurienne, tout particulièrement en forêt d'Arc — et ceci aussi bien dans l'étage subalpin que dans l'étage montagnard supérieur — de légères dépressions où prospèrent les « hautes herbes ». Ces dépressions se « reboisent » très difficilement.

Des observations semblables ont été faites — il y a longtemps déjà — dans les Préalpes et le Jura, où l'humidité générale est particulièrement favorable à la mégaphorbiaie.

Récemment, RICHARD (J.-L.) (1960), fait observer que dans l'étage montagnard supérieur du Jura « les épiceas isolés qu'on trouve parfois dans la mégaphorbiaie, croissent toujours sur des îlots rocheux avec humus brut et myrtilles qui émergent de la terre argileuse. Il s'agit donc d'une mosaïque de deux stations très différentes. Il serait donc inutile de vouloir à tout prix régénérer l'Epicéa dans la mégaphorbiaie elle-même, qui est probablement une station non forestière ».

Ce phénomène n'a pas échappé aux forestiers français : à MATHEY (A.) (1911), dans la série de Génieux en Grande Chartreuse et, plus récemment, à LACHAUSSÉE (E.) (1947) dans la forêt du Massacre, dans le Haut Jura. Ce dernier, après avoir montré que ni l'accumulation de neige, ni l'intervention de l'*Herpotrichia nigra*, ne peuvent expliquer de façon satisfaisante le phénomène observé, on conclut que c'est dans le sol qu'il faut rechercher l'explication : dans les sols de la mégaphorbiaie, à pH subacide, à mull, doivent se développer des champignons responsables de la fonte des semis. Ainsi ces sols riches, humides, à taux de saturation élevé, considérés autrefois comme les meilleurs sols forestiers, aussi bien pour les résineux que pour les feuillus, s'avèreraient, en définitive, très défavorables à la régénération des résineux, à leur implantation. Et ce qui se passe dans l'*Alnetum viridis* — où le colluvionnement joue tout de même un rôle particulier, selon toute vraisemblance — confirmerait les observations faites dans la mégaphorbiaie proprement dite. Il n'était donc pas inutile d'évoquer à son sujet ce problème forestier.

III.8. — HETRAIES ET CHENAIE PUBESCENTE

III.8.1. — Les hêtraies.

On sait que les hêtraies ne pénètrent pas — tout au moins dans les Alpes occidentales françaises — au cœur du monde intra-alpin, d'où la sécheresse semble les exclure.

Ce fait a été souligné pour les principales vallées des Alpes, par de nombreux phytogéographes, notamment par FLAHAULT, pour l'Ubaye (1897), par BRAUN-BLANQUET pour la Haute-Durance (1922), par Ph. GUINIER pour la Haute-Tarentaise (1950), par P. FOURCHY pour l'Oisans (1951); la Haute-Maurienne ne fait pas exception à la règle comme l'ont noté BEAUVERD (1911), et, plus près de nous, C. GUINET et R. de VILMORIN (1961).

C'est dire que les hêtraies que nous avons analysées sont *des groupements finaux*, situés *dans une zone de contact*, où l'on rencontre, dans l'étage montagnard, de nombreux éléments des pineraies de Pin sylvestre ou de la sapinière vraie, qui vont relayer les hêtraies à l'amont de la vallée. Leur étude, par ce fait même, en est rendue plus difficile.

On les observe, en outre, dans un domaine qui a subi tout particulièrement l'influence humaine: les placages glaciaires et les faibles pentes, propices à l'installation de l'homme, dominant, en effet, autour de Saint-Martin-la-Porte, de Saint-Martin d'Arc et d'Albanne, de telle sorte que les hêtraies se présentent souvent comme des lambeaux au milieu d'un paysage de bocage. Paraissent faire exception à la règle, les deux flancs des gorges de la Valloirette et la rive droite du torrent de Saint-Martin-la-Porte, qui sont, dans l'ensemble, très escarpés. Mais l'on doit noter que même là, l'action des populations et celle du forestier se sont conjuguées (28), pour transformer la physionomie des peuplements originels en éliminant, aussi systématiquement que possible, le Hêtre, excellent bois de feu et concurrent sérieux pour les résineux. Ce fait accentue, lui aussi, les difficultés de l'analyse.

Cette dernière, pour être complète et plus claire, il faut le souligner, aurait gagné à porter également sur les hêtraies de la moyenne Maurienne, ce qui eût permis de mieux saisir l'appauvrissement

(28) On doit y ajouter les ravages causés par deux incendies importants et par les fumées de l'usine de Calypso.

floristique progressif des hêtraies préalpines lorsqu'elles s'enfoncent dans l'intérieur des vallées ; mais il fallait bien fixer des limites à notre travail. Les relevés que nous avons pris nous paraissent cependant suffisants, pour donner une bonne image de ces hêtraies finales, au contact de la zone intra-alpine.

1° *Organisation sociologique et composition floristique.*

Si l'on envisage le tableau général des relevés, on constate tout d'abord que les hêtraies « intra-alpines » sont caractérisées sous leurs formes les plus xérophiles, par la présente très constante, de *Polygala Chamaebuxus*, élément des pineraies qui n'existe pas dans les hêtraies, même les plus xérophiles, du Jura ou des Préalpes. Cette espèce constitue donc une excellente différentielle géographique.

Il faut noter, en second lieu — et ceci ne doit pas étonner dans un groupement marginal — l'absence de nombreuses espèces du Fagion (espèces mésophiles de l'étage montagnard liées à un sol à mull), comme *Dentaria pinnata*, *Polystichum lobatum*, *Dentaria digitata*, *Festuca silvatica*, ou d'espèces des Fagetalia (espèces mésophiles liées au même type de sol que les précédentes, mais plus plastiques quant à l'altitude) comme *Lamium Galeobdolon*, *Polygonatum multiflorum*, *Carex silvatica*, *Euphorbia amygdaloides*, *Asarum europaeum*, *Arum maculatum*, *Allium ursinum*, alors que certaines autres espèces, caractéristiques des mêmes unités dans le système BRAUN-BLANQUET, subsistent encore (*Sanicula europaea*, *Asperula odorata*, *Bromus Benekeni*, *Elymus Europaeus*).

Si l'on entre dans le détail, on constate que deux groupements peuvent être distingués :

— le premier, nettement xérophile et thermophile est riche en Pin sylvestre et en Céphalanthères ;

— dans le second, plus mésophile, se rencontrent les espèces du Fagion et des Fagetalia dont il vient d'être question, qui étaient absentes du premier tandis que disparaissent les xérophiles.

Le premier groupement, à Céphalanthères, se présente sous trois aspects quelque peu différents.

En contact très étroit avec les premières enclaves des pineraies, à exposition plein sud, on observe une sous-association *ultra-marginale* à *Carex humilis* et *Astragalus monspessulanus* où le groupe des xéro-calciphiles est particulièrement bien représenté. Ce type ne diffère presque pas de l'*Ononido-Pinetum* que nous avons distingué à *Chrysanthemum corymbosum* et Céphalanthères, si ce n'est que le Hêtre y atteint l'âge adulte et reste en sous-étage de façon clairsemée.

PLANCHE XVII

LES HETRAIES



Le hêtraie à *Cephalanthères* et *Polygala chamaebuxus*
riche en Pins sylvestres. - Vallée de la Valoïrette. - Vue générale.



La hêtraie à *Asperula odorata* et *Elymus Europaeus*.
(Saint-Martin-la-Porte)

Dans des conditions un peu moins xériques, apparaît le groupe des méso-xérophiles calciphiles, avec *Sesleria coerulea* comme tête de file qui donne aux strates inférieures leur physionomie. Le Pin sylvestre est le plus souvent dominant.

Le troisième groupement — toujours xérophile et se différenciant des hêtraies préalpines par *Polygala chamaebruxus* — est le moins spécialisé et le moins marginal. Il correspond, à notre avis, au type moyen, de l'association à Céphalanthères.

La deuxième association se différencie de la précédente par l'absence totale de xérophiles, la diminution très sensible des mésoxérophiles — tout particulièrement des Céphalanthères et de *Polygala Chamaebruxus* — et l'apparition d'une fraction du groupe des espèces mésophiles de mull liées au hêtre : le groupe à *Asperula odorata* et *Elymus Europaeus*. On notera que le groupe à *Euphorbia dulcis* et *Phyteúma spicatum* qui reste présent dans l'*Abietetum albae* et qui est déjà représenté dans la hêtraie à Céphalanthères est ici très étoffé.

Deux faciès peuvent être distingués dont l'un riche en sapin ; la dominance de ce dernier, toujours gûité, est certainement artificielle et due à l'action du forestier qui a porté son effort sur la destruction du Hêtre considéré comme une essence gênante, pour l'essence résineuse ; on notera la présence, mais peu constante, de *Trochischantes nodiflorus* et la relative abondance de *Luzula nivea*.

2° Dénomination - Identification.

a) la hêtraie à Céphalanthères et à *Polygala Chamaebruxus*.

Parmi les hêtraies les plus thermophiles et les plus xérophiles décrites à ce jour, quatre doivent retenir notre attention : la hêtraie à Buis, proche de la chênaie pubescente à Buis [*Buxo-Fagetum* de BRAUN-BLANQUET (J.) et SUSPLUGAS (J.) (1937)] subméditerranéenne, la hêtraie à laïches [*Carici-Fagetum* de MOOR (M.) (1952)] du Jura, la hêtraie à Seslerie [*Seslerio-Fagetum* de MOOR (M.) (1952)] du Jura également et la hêtraie à *Polygala Chamaebruxus* [*Fagetum silvaticae polygaletosum* de KUOCH (R.) (1954)] des Alpes intermédiaires.

Ces quatre associations possèdent d'ailleurs en commun un contingent d'espèces que l'on retrouve dans les chênaies pubescentes dont les Céphalanthères, *Coronilla Emerus*, etc. en dehors de certaines espèces caractéristiques du *Fagion* et des *Fagetalia*.

Si l'on examine avec attention la composition floristique de ces quatre groupements, on se convainc aisément que notre association à Céphalanthères et *Polygala Chamaebruxus* sous sa forme la moins spécialisée, et la moins extrême, doit être rapportée au *Fagetum silvaticae polygaletosum* de KUOCH, bien qu'elle soit encore plus

pauvre que ce groupement en éléments du *Fagion* et des *Fagetalia* et qu'elle soit plus proche que lui des pineraies de Pin sylvestre.

On notera, par contre, que notre sous-association à *Sesleria caerulea* et *Carex alba* doit être considérée comme une forme « intra-alpine » du *Seslerio-Fagetum anthericosum* jurassien dont elle est proche (29) mais dont elle diffère par la présence de *Polygala Chamabuxus* et l'absence d'un certain nombre d'espèces comme *Mercurialis perennis*, *Polygonatum multiflorum*, *Euphorbia amygdaloides*.

b) la hêtraie à *Asperula odorata* et *Elymus europaeus*.

Cette association ne peut pas être rapportée de façon stricte à un groupement déjà défini. Elle nous paraît se situer entre un *Fagetum silvaticae typicum* appauvri et le *Fagetum silvaticae polygaletosum*, encore que l'on puisse valablement le rattacher à ce dernier si l'on se réfère à sa pauvreté en espèces du *Fagion* et des *Fagetalia*.

c) la hêtraie à Sapin et à *Trochischantes nodiflorus*.

Bien que *Trochischantes nodiflorus* ne soit pas très constant, sa présence est à souligner car l'on sait qu'il constitue un élément important de la flore de certaines hêtraies à Sapin et même de sapinières dans les Alpes du sud (30). Le faciès à *Trochischantes* est donc bien à mettre un peu à part (*encore qu'il soit très proche du précédent*), car il pourra probablement être rattaché à certains groupements semblables des Alpes du sud, lorsque ces derniers auront été analysés.

3° Répartition - Ecologie.

Répartition: BEAUVERD (G.) (1911), avait déjà signalé que la zone de pénétration du Hêtre en Maurienne s'étendait, en remontant la vallée, « jusqu'à Montdenis, avec des bosquets d'avant-poste à 1 600 m, sous le rocher des Encombres, entre Saint-Julien et Saint-Martin-la-Porte ». De VILMORIN (R.) et GUINET (C.) (1961) ont observé également que le Hêtre était absent de la haute-vallée et que « sa dernière station, la plus en amont, se trouvait sur la rive droite, presque en face de Saint-Michel-de-Maurienne ». De fait, nous n'avons nous-même trouvé aucune station à l'amont de Saint-Michel. Le Hêtre s'arrête donc bien à cette dernière localité.

(29) Comme elle est très proche de l'*Erico-Pinetum*, abstraction faite d'*Erica carnea*.

(30) La forêt de Boscodon, au pied du Grand Morgon, près d'Embrun, est en particulier très riche en *Trochischantes*, à un point tel, que BRAUN-BLANQUET, dans sa récente description de la flore des vallées intra-alpines (1961) a pu la désigner sous le nom de « *Trochisceto-Abietetum* ». Ce type se rencontre d'ailleurs dans toutes les Alpes du Sud.

Comment se répartissent, entre Saint-Julien-de-Maurienne — limite de notre dition — et Saint-Michel, les divers types de hêtraie que nous avons distingués?

Les plus xérophiles s'observent sous Albanne, sur la rive gauche, tournée vers l'est du torrent de la Valloirette et à l'adret, dans le massif des Encombres, au-dessus de l'étage du Chêne pubescent. C'est sur ces deux flancs, assez escarpés que l'on rencontre la hêtraie à *Céphalanthères* et *Polygala Chamaebuxus* et les formes de passage vers la pineraie xérophile; elle s'étage dans les gorges entre 1 000 m et 1 650 m et à l'adret entre 1 200 et 1 600 m.

La hêtraie relativement mésophile et qui, quoique appauvrie n'est pas sans rappeler la hêtraie typique préalpine, occupe, par contre, par lambeaux, les expositions nord et ouest, à partir de 700 m.

Climat - microclimat.

Les données météorologiques fournies par le poste du Thyl permettent de se faire une idée du climat général régnant dans la zone finale des hêtraies. On a vu que, par rapport au climat typiquement

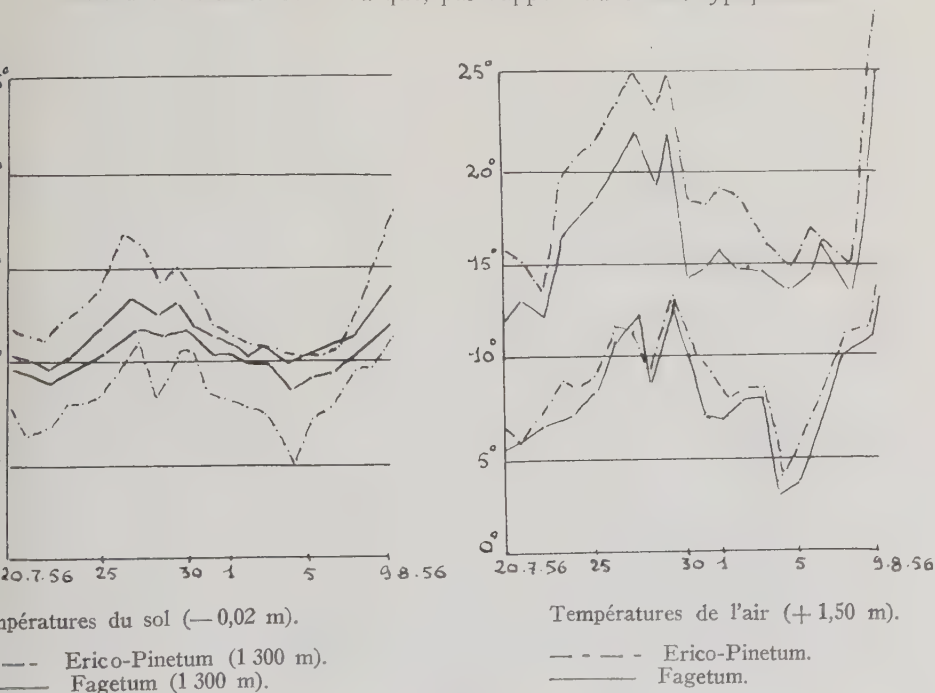
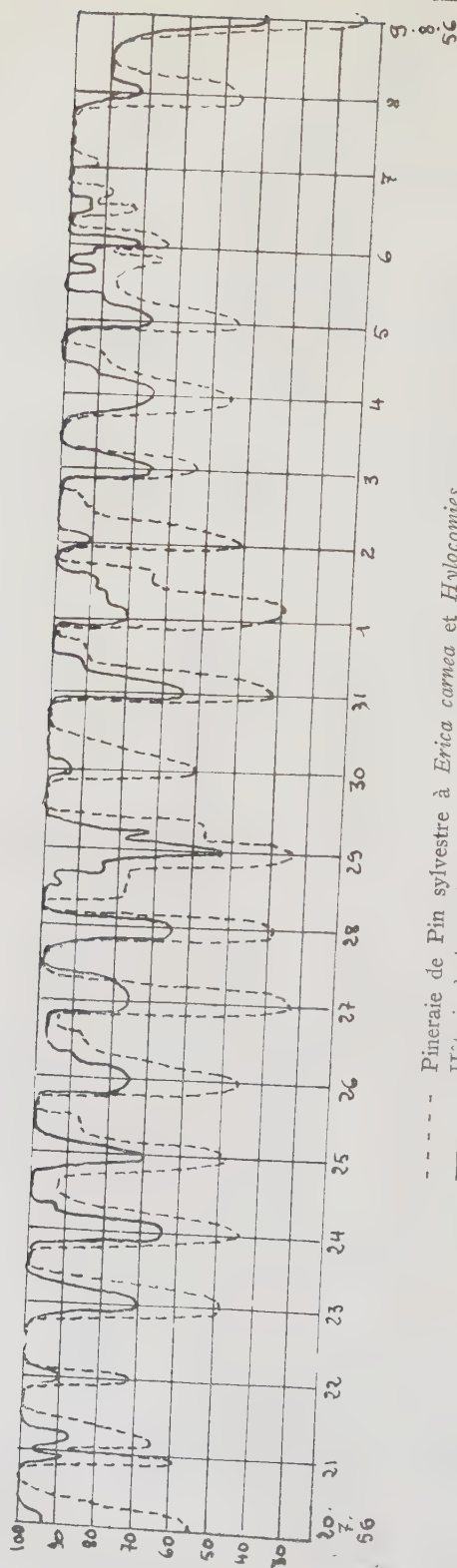


FIG. 55.

Climats de la hêtraie à *Asperula odorata* et *Elymus Europaeus*
et de l'*Erico-Pinetum hylocomietosum*.



— — — — — Pineraie de Pin sylvestre à *Erica carnea* et *Hylacomies*.
 ————— Hêtraie à *Asperule*.

FIG. 56.

Légende. — Le dessin ci-dessus — reproduction légèrement schématisée d'une bande d'hygromètre enregistreur — montre que le degré hygrométrique à 1,50 m dans la pineraie à *Erica carnea* et *Hylacomies*, au cœur de la zone sèche de la Haute-Maurienne, est descendu en milieu de journée, sensiblement plus bas que dans la Hêtraie fraîche à *Asperula odorata*, située dans une zone plus arrosée (région de Saint-Martin-la-Porte).

Il est évident que si, dans ce phénomène, le climat général joue un rôle primordial, on ne doit pas oublier que la structure même de la forêt contribue à accentuer les différences (le feuillage dense du Hêtre créant un micro-climat plus humide que celui rencontré sous le feuillage plus clair du Pin sylvestre).

intra-alpin d'Avrieux, celui du Thyl apparaît comme sensiblement *plus humide*.

Nous aurons d'ailleurs l'occasion, dans la conclusion de ce travail, de revenir sur ce point, en situant les hêtraies et les autres associations forestières de la Haute-Maurienne dans un système de référence ombrothermique.

Les quelques chiffres relatifs au climat que nous avons pu recueillir et qui concernent un individu de hêtraie à *Asperule* comparé à un individu d'*Erico-Pinetum* situé à la même altitude et à la même exposition, montrent que le climat de la hêtraie, aussi bien celui du sol que celui de l'air, est *moins brutal* que celui observé dans l'*Erico-Pinetum*, lequel l'était encore beaucoup moins, comme on l'a déjà vu, que celui de l'*Ononido-Pinetum*. Ce régime, relativement amorti du climat de la hêtraie, tient certainement au degré hygrométrique et à la pluviosité qui, plus forts que dans les pineraies, jouent le rôle de « volant thermique » (fig. 53).

Hêtraies - Climat - Pouvoir évaporant de l'atmosphère.

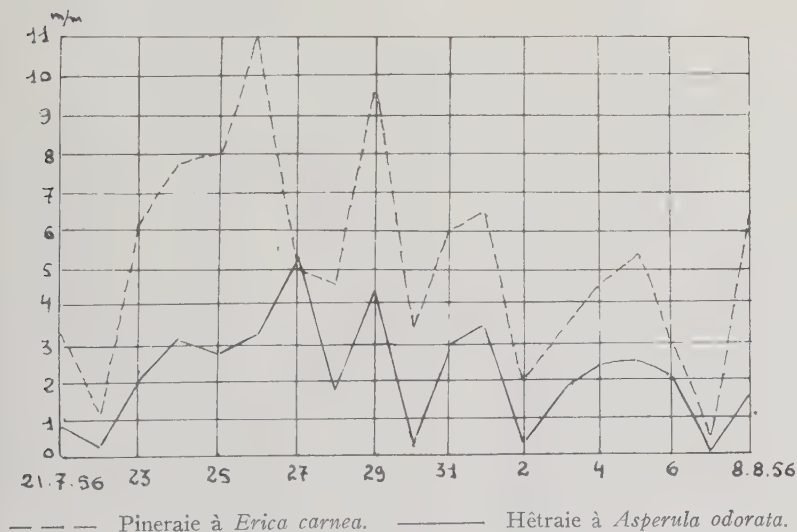


FIG. 57.

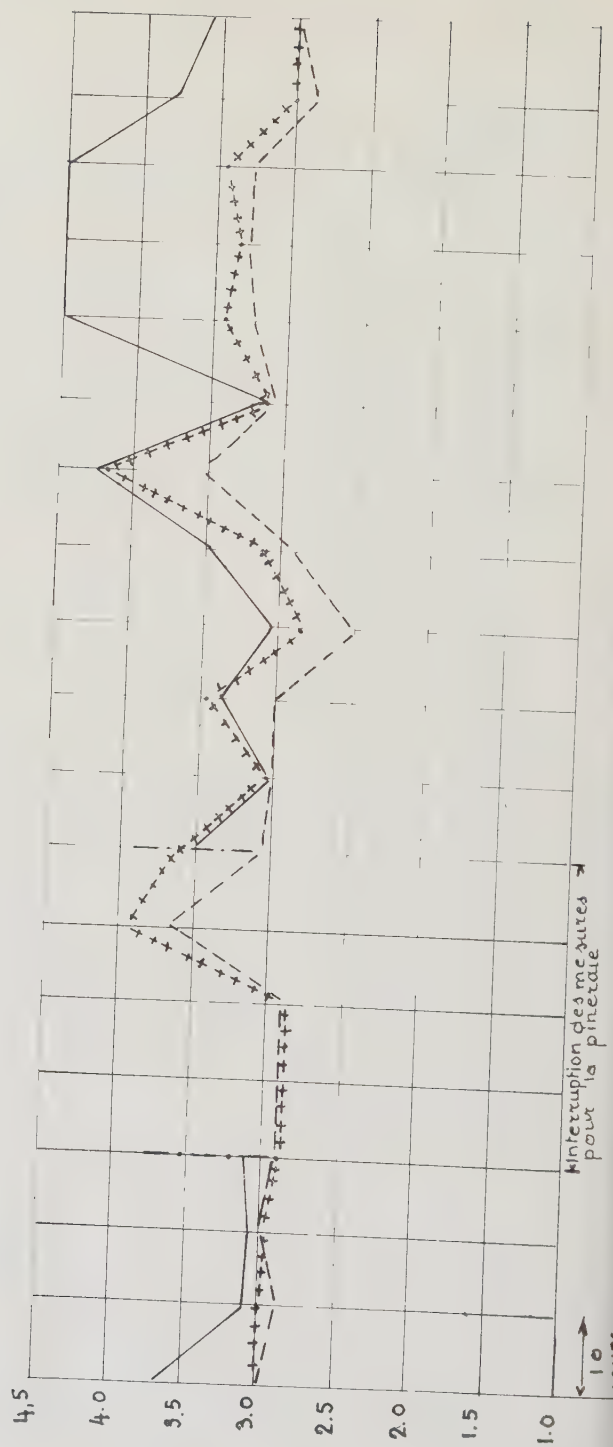
Légende. — Fin juillet et début août 1956, le pouvoir évaporant de l'atmosphère à 1,50 m (entre 8 h et 16 h) s'est avéré être sensiblement plus élevé dans la Pineraie à *Erica carnea* et *Hylocomies* (à 1 300 m) que dans la Hêtraie à *Asperule* et Orge d'Europe (à 1 300 m également), située dans une zone déjà plus arrosée (région de Saint-Martin-la-Porte).

Sol - Chimisme - Etat hydrique.

L'examen des profils de sol, comme leur analyse montrant que nos hêtraies reposent, *soit sur des sols calcimorphes*, plus ou moins

Les hêtraies - Potentiel capillaire à — 0,05 m et — 0,25 m.

P.F. a
— 0,05 m



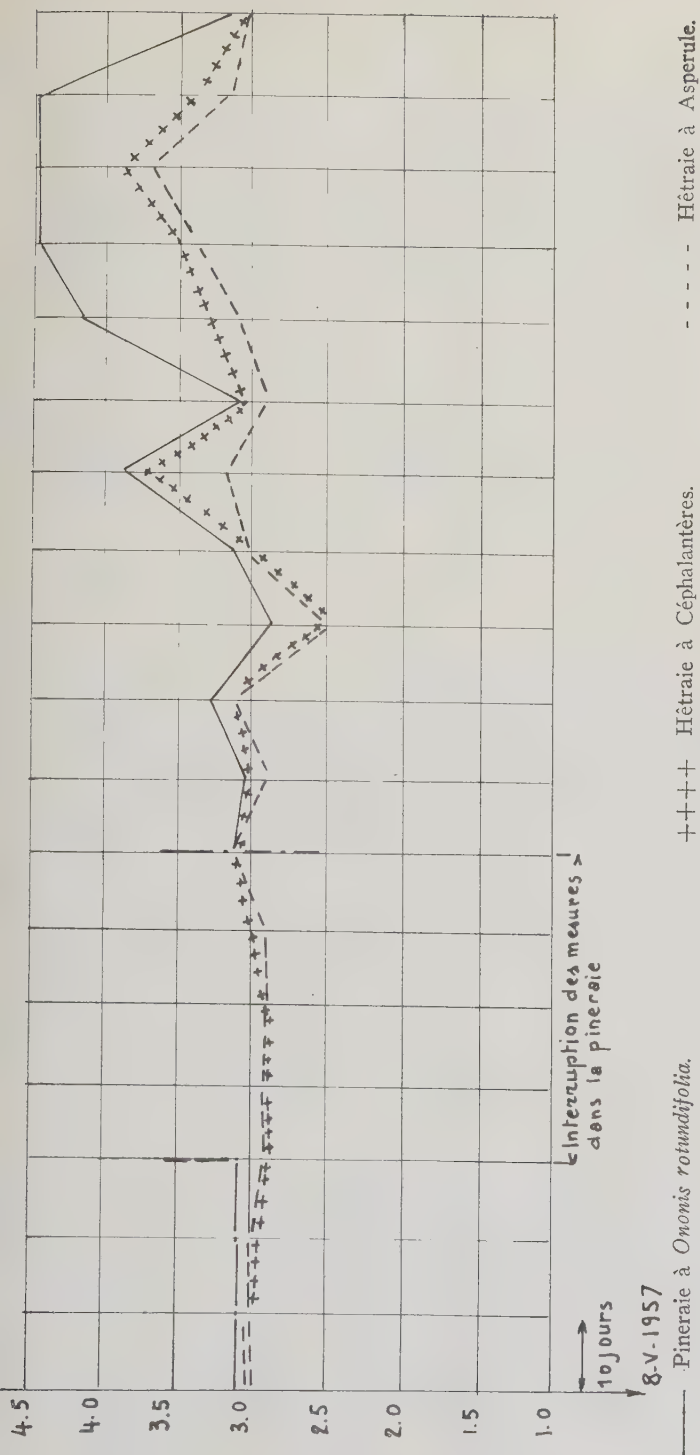


Fig. 58.

décarbonatés, selon le degré de pente, *soit sur des sols bruns à mull*. Tous ces sols, est-il besoin de le dire, sont jeunes car soumis à l'action incessante de l'érosion.

D'une façon générale, et comme on peut s'y attendre en se référant aux groupes écologiques, les sols de la *hêtraie à Céphalanthères et Polygala Chamaebuxus* sous ses diverses formes, sont des *rendzines de pente* dont certaines un peu brunifiées sur les replats.

Exemple de rendzine colluviale: sol n° 1 (relevé floristique n° 12).

Horizons	pH	C	Mat.Org.	CO ³ Ca	Ca échangeable
A ₁ (- 2 om)	6,6	11,27	19,1	0,9	43
A ₁ (-10cm)	7,4	2,18	3,7	0,4	28

Exemple de rendzine brunifiée sur replat: sol n° 2 (relevé floristique n° 14).

Horizons	pH	C	Mat. organ.	CO ³ Ca	Ca échang.	N	C/N
A ₁	6,9	6,7	11,3	Néant	30,0	0,42	15,9
A ₂ /B	6,5		3,7	2,5	17,0		

Dans les *hêtraies* les plus *mésophiles*, à *Asperule odorante* et *Sanicle d'Europe* les sols sont, dans l'ensemble, plus *décarbonatés*, ce qui est en plein accord avec l'organisation sociologique puisque, dans ce type de *hêtraies* dominent des groupes écologiques d'espèces liées à des sols à *mull*.

Nous donnons ici, par ordre de *décarbonatation* croissante, trois exemples de types de sol pris dans ces *hêtraies*.

Sol n° 3 (relevé floristique n° 18)

Rendzine brunifiée, analogue au sol n° 2.

Horizons	pH	C	Mat. organ.	CO ³ Ca	Ca échang.
A ₁	6,7	23,7	40,4	Néant	74,5
B	6,8	6,45	10,9	2,8	

Sol n° 4 (relevé floristique n° 19).

Sol brun à mull, pas très éloigné d'une rendzine brunifiée.

Horizons	pH	C	Mat. organ.	CO ³ Ca	Ca échang.
A ₁	6,8	12,29	20,8	Traces	64
A ₂ /(B)	6,7	6,21	10,5	Traces	36

Sol n° 5 (relevé floristique n° 21).

Sol brun à mull.

Horizons	pH	C	Mat. organ.	CO ³ Ca	Ca échang.	N	C/N
A ₁	6,9	10,76	18,3	Néant	34,5	0,84	12,8
A ₂	7		5,1	Néant	18,8		

L'étude de l'énergie de rétention de l'eau par le sol, traduite par le potentiel capillaire, montre que le sol de la hêtraie à *Céphalanthères* et *Polygala chamaebuxus* a constamment présenté, pendant toute la durée de l'expérience déjà signalée, un potentiel capillaire, aussi bien près de la surface (— 5 cm) qu'en profondeur (— 25 cm) plus élevé que celui de la hêtraie à *Asperule*, c'est-à-dire qu'il s'est avéré être toujours plus sec, ce à quoi on pouvait s'attendre.

En mettant en parallèle les courbes relatives aux hêtraies et celles concernant l'*Ononido-Pinetum*, on constate que le sol de la pineraie est sensiblement plus sec que celui des deux hêtraies (fig. 56).

III.8.2. — La chênaie pubescente.

En Haute-Maurienne, comme dans les autres vallées « internes » des Alpes françaises et même suisses, elle Chêne pubescent pénètre plus profondément que le Hêtre dans le monde intra-alpin (31).

Malgré cela, dans le territoire que nous avons étudié, il ne s'agit presque plus de chênaie pubescente proprement dite — sauf aux abords de Saint-Julien-de-Maurienne — mais plutôt d'individus plus ou moins groupés, car l'homme installé au bas des adrets a

(31) Il en est bien ainsi dans le Valais [BRAUN-BLANQUET (J.) et RICHARD (R.) (1949)], en Tarentaise [TESSIER (M.L.) (1907), GUINIER (Ph.) (1950)], dans la haute vallée de la Durance [HUMBERT (H.) (1951)], dans le Queyras [FLAHAULT (Ch.), (1897)], etc...

fortement perturbé l'association originelle (traitement en taillis à courte révolution — pacage des chèvres) et l'a même fait disparaître le long des gorges houillères.

Aussi ne nous a-t-il pas été possible d'établir, pour ce groupe-ment, un tableau phytosociologique valable.

1° *Organisation sociologique - Composition floristique.*

Nous définirons la chênaie pubescente finale de la Haute-Maurienne (région de Saint-Julien-de-Maurienne) en la comparant à la hêtraie à *Céphalanthères* et *Polygala Chamaebuxus* dont elle est évidemment très proche.

On notera dans la chênaie, la dominance de *Quercus pubescens* et l'existence, comme différentielles strictes, de *Cornus mas*, *Acer Monspensulanum*, *Colutea arborescens*, *Cerasus Mahaleb*, en même temps que l'absence à peu près totale des rares espèces du *Fagion* que l'on rencontrait encore dans la hêtraie xérophile (*Lilium Martagon*, *Neottia nidus avis*).

On y rencontre aussi beaucoup plus que dans la hêtraie, des éléments de *fruticæ*, comme *Coronilla Emerus*, *Rhamnus alpina*, *Acer Opalus*, *Viburnum lantana*, *Cornus sanguinea*, *Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster tomentosa*, qui donnent d'ailleurs à cette chênaie sa physionomie; s'y ajoutent d'autres espèces, caractéristiques comme les précédentes dans le système BRAUN-BLANQUET du *Quercion pubescenti-sessiliflorae* ou des *Quercetalia pubescentis*, telles *Helleborus foetidus*, *Digitalis lutea*, *Daphne Laureola*, *Geranium sanguineum*, *Campanula persicifolia* (32).

La structure de notre chênaie, fortement marquée par l'homme, comme il a été dit, apparaît souvent comme une micromosaïque, où des taches de taillis dense alternent avec de minuscules clairières, dans lesquelles se cantonnent les espèces de « garides », telles *Allium sphaerocephalum*, *Pimpinella saxifraga*, *Lactuca perennis*, *Stachys rectus*, *Fumana procumbens*, *Globularia Willkommi*, *Origanum vulgare*, *Helianthemum canum*, *Dianthus caryophyllus subsp. silvestris*, etc.

Il n'est pas sans intérêt, enfin, de signaler l'absence totale d'espèces, telles que *Cytisus sessilifolius*, *Lonicera etrusca*, *Inula spiraeifolia*, *Melittis mellissophyllum*, sans oublier *Buxus sempervirens* dont nous reparlerons, et qui jouent un rôle important dans les chênaies pubescentes méridionales.

(32) On notera que certaines de ces espèces (*Amelanchier ovalis*, *Cotoneaster tomentosa*) dépassent assez largement le domaine de la chênaie ou de la hêtraie xérophile, et se retrouvent dans la pineraie de Pin à crochets (étage subalpin).

PLANCHE XVIII
LA CHENAIE PUBESCENTE



L'adret de Saint-Julien-de-Maurienne
domaine de la Chênaie pubescente, dégradée surtout vers le bas.

2° Identification.

On sait que les phytosociologues ont distingué en France et en Suisse trois types de chênaie pubescente: le *Buxo-Quercetum* qui borde, vers le nord, dans la région méditerranéenne, les forêts de chêne vert et qui joue un grand rôle dans les Préalpes du sud (Baronnies et Diois notamment); ce groupement s'infiltré d'ailleurs, le long de stations privilégiées, dans les Préalpes du nord et atteint le Jura méridional [QUANTIN (A.) (1935)] — le *Lithospermum-Quercetum*, moins méditerranéen et moins thermophile [QUANTIN (A.) (1935) — LEMÉE (G.) (1946)], enfin le *Campanuleto-Quercetum pubescens* décrit récemment dans le Valais par BRAUN-BLANQUET (J.) (1959) qui est très proche du précédent dont il se distingue essentiellement par la présence de *Campanula bononiensis*.

Ces trois groupements ont d'ailleurs en commun un grand nombre d'espèces et ils diffèrent surtout par leur physionomie, le buis par sa dominance ou son absence jouant un grand rôle dans ce domaine.

Il n'est pas très facile de rattacher de façon stricte notre groupement à l'une des trois associations signalées ci-dessus, étant donné son appauvrissement floristique. On peut toutefois noter qu'il diffère sensiblement du *Buxo-Quercetum*, car le buis qui ne pénètre absolument pas dans la vallée de la Maurienne, en est totalement absent, comme d'autres espèces méridionales déjà signalées.

Il se rapproche beaucoup plus du *Campanuleto-Quercetum pubescens*, encore que nous n'ayons jamais rencontré *Campanula bononiensis*, ni *Lithospermum purpureo-coeruleum* d'ailleurs (33).

3° Répartition.

Dans la région de Saint-Julien-de-Maurienne-Montricher, la chênaie occupe, soit les adrets (de la zone des cultures au sommet des cônes de déjection, jusqu'à 1 200 m environ où elle est relayée par la hêtraie), soit, sur versant général nord, les versants secondaires exposés à l'est et au sud-est jusqu'à 1 000 m environ.

Elle disparaît un peu plus à l'amont vers Saint-Martin-la-Porte, où l'homme a installé ses cultures et ses prairies, jusqu'à une assez forte altitude. On retrouve quelques chênes plus ou moins groupés au milieu d'un cortège prairial xérophile, près du hameau de la Buffaz à l'adret, au-dessus de Saint-Michel-de-Maurienne. Cette station était considérée comme la dernière de l'espèce, jusqu'à ces dernières années [GUINET (C.) et de VILMORIN (R.) (1961)].

(33) En fait, le *Lithospermum purpureo-coeruleum* ne figure pas dans les stations très sèches à *Quercus pubescens*. MOOR (M.) (1962) cité par RICHARD (J.L.) (1965), propose de nommer « *Coronillo-Quercetum* » la véritable chênaie pubescente des pentes rocheuses les plus sèches, où l'on rencontre *Quercus pubescens*, *Acer Opalus*, *Coronilla coronata*, etc.

Il n'en est rien. Si le long des gorges houillères, à l'adret, où l'homme est installé jusqu'au talweg, on ne trouve pas trace de chêne pubescent, on peut observer sous le fort du Replaton, au-dessus de Modane, soit à une douzaine de kilomètres à vol d'oiseau de la station de la Buffaz, une fruticée bien développée, sans chêne pubescent sans doute, mais assez riche en éléments de la chênaie avec notamment *Acer Monspessulanum*, *Lathyrus latifolius*, *Cerasus Mahaleb*, *Coronilla Emerus*, *Amelanchier rotundifolia*, *Viburnum lantana*, *Cornus sanguinea*, etc. [BARTOLI (C.) (1961)]. Plus à l'amont encore, à 1 300 m d'altitude et à l'adret, dans des rochers de verrucano, nous avons pu trouver, cette fois, des chênes pubescents, qui sont vraiment les derniers représentants de l'espèce dans la vallée; *Acer Monspessulanum* n'était pas absent. On notera, sur l'éboulis que dominent les roches, la présence de *Carlina acanthifolia*, qui atteint également ici sa limite amont dans la vallée.

4° Pineraies de Pin sylvestre et chênaie pubescente: le problème du climax.

Etudiant, dans la région de Sierre, dans le Valais (forêt de Finges), les rapports existant entre l'*Odondito-Pinetum* et la chênaie à *Quercus pubescens*, BRAUN-BLANQUET (J.) (1949) concluait que « abandonnés par l'homme, les bois de Pin sylvestre perdraient du terrain aux dépens du Chêne pubescent qui, sur les sols évolués, formerait l'association climatique terminale, tandis que le Pin dans l'association de l'*Euphrasiето-Pinetum* (Syn. = *Odondito-Pinetum*) serait refoulé sur les sols pauvres, très secs et peu profonds ».

En d'autres termes, « la Pineraie pure, groupement permanent des sols peu évolués, ne constitue pas le climax climatique, comme certains auteurs l'ont supposé (GAMS - Bull. Soc. Murithienne, 44, 1927) ».

Bien que nous ayons déjà assez longuement développé notre point de vue sur la question de savoir si les pineraies xérophiles de la Haute-Maurienne constituaient ou non le climax, il nous paraît utile de revenir brièvement sur ce point à la suite des observations formulées par BRAUN-BLANQUET.

Il faut noter, tout d'abord, que l'*Odondito-Pinetum* de la forêt de Finges se situe à assez basse altitude (entre 560 et 940 m) et qu'il se trouve être assez riche en espèces que nous n'avons jamais rencontrées dans nos pineraies, à savoir *Quercus pubescens*, *Ligustrum vulgare*, *Prunus Mahaleb*, *Campanula bononiensis*, *Bupleurum falcatum*, *Peucedanum Cervaria*. Il est donc parfaitement concevable qu'à ces altitudes — qui sont celles de l'étage du Chêne pubescent — ce dernier ait reculé du fait de l'homme et laissé la place à un pineraie localisée primitivement sur des sols très secs et peu profonds,

Mais, nous pensons qu'en Maurienne, au-dessus de l'étage du Chêne pubescent, qui se prolonge assez loin dans la vallée et qui se termine en biseau, à mesure que s'élève le fond du talweg, les hêtraies xérophiles, dont nous avons analysé les groupements finaux, étaient progressivement remplacées par des pineraies xérophiles de Pin sylvestre, climaciques (34).

Il n'est pas possible de supposer, en effet, que ces pineraies qui jouxtent l'étage subalpin et s'étendent bien au-delà des derniers restes de la chênaie pubescente se soient substituées à cette dernière, ni même à la hêtraie dont les éléments marginaux ne dépassent pas, on l'a vu, Saint-Michel-de-Maurienne.

Sans doute, chênaie pubescente et hêtraie ont-elles subi l'influence humaine, nous l'avons dit; mais dans certaines limites seulement.

On doit supposer enfin, comme le suggère d'ailleurs BRAUN-BLANQUET, que des enclaves de pineraie — association spécialisée sur sols très superficiels et très secs — pouvaient s'observer dans l'étage même de la Chênaie pubescente intra-alpine, rappelant de près les pineraies climaciques de l'étage montagnard et montagnard supérieur et que, à l'inverse en quelque sorte, des enclaves thermophiles de l'étage submontagnard ou collinéen pouvaient se rencontrer dans l'étage montagnard.

(34) Ce passage, dont nous avons vu des exemples dans les gorges de la Valloirette, nous échappe cependant en grande partie, car il devait se situer, à notre avis, le long des gorges houillères où l'homme s'est installé au fond du talweg jusqu'au bas de l'étage subalpin.

QUATRIÈME PARTIE

Conclusions

Nous voudrions, au terme de cette étude, prendre une vue d'ensemble des facteurs écologiques décisifs qui permettent d'expliquer la végétation forestière de la Haute-Maurienne, et en déduire quelques données concernant le problème du climax; rassembler, dans un esprit de synthèse, les réflexions que nous ont suggérées la nomenclature et la systématique phytosociologique de l'Ecole de Zurich-Montpellier, et montrer que les critères de différenciation et de classification des unités phytosociologiques utilisés par cette Ecole peuvent être améliorés et se rapprocher de ceux adoptés par les tenants de la méthode des groupes écologiques; donner, enfin, un bref aperçu des problèmes pratiques qui se posent au sylviculteur.

IV.1. — LES FACTEURS ECOLOGIQUES DECISIFS

Tout au long de ce travail, nous avons eu l'occasion de montrer que les facteurs écologiques essentiels qui interviennent dans le déterminisme de la composition floristique et de l'organisation sociologique de chaque groupement étaient le climat, la nature de la roche-mère et du sol, le relief, la végétation, l'homme enfin.

IV.1.1. — Le climat.

Il s'agit, évidemment, nous avons insisté sur ce point, non seulement du *climat de l'air, mais plus encore peut-être de celui du sol* (température et potentiel capillaire liés à ce climat).

On doit penser que ce sont des facteurs climatiques et non édaphiques ou biotiques qui permettent en Maurienne, comme dans d'autres vallées intra-alpines de France ou de Suisse, de distinguer deux petites provinces biogéographiques: l'une, côté Préalpes, où subsistent le Hêtre et son cortège, l'autre, côté Alpes internes, d'où le Hêtre est absent, et où se développent pineraies xérophiles et Mélèze.

Il apparaît, en effet, que le Hêtre n'est pas exclu de la Haute-Maurienne par le chimisme des roches-mères ou des sols, puisqu'il présente, dans ce domaine, comme l'ont rappelé récemment DUCHAUFOUR et BONNEAU (1960), une remarquable plasticité; il ne l'a pas été non plus par l'homme, qui l'a sans doute fait un peu reculer, mais qui n'aurait pu le détruire, dans toutes les forêts de versant nord, dans une zone altitudinale lui convenant.

*L'aire ombrothermique de la Haute-Maurienne
et celles de trois espèces forestières:
Hêtre, Sapin, Chêne pubescent.*

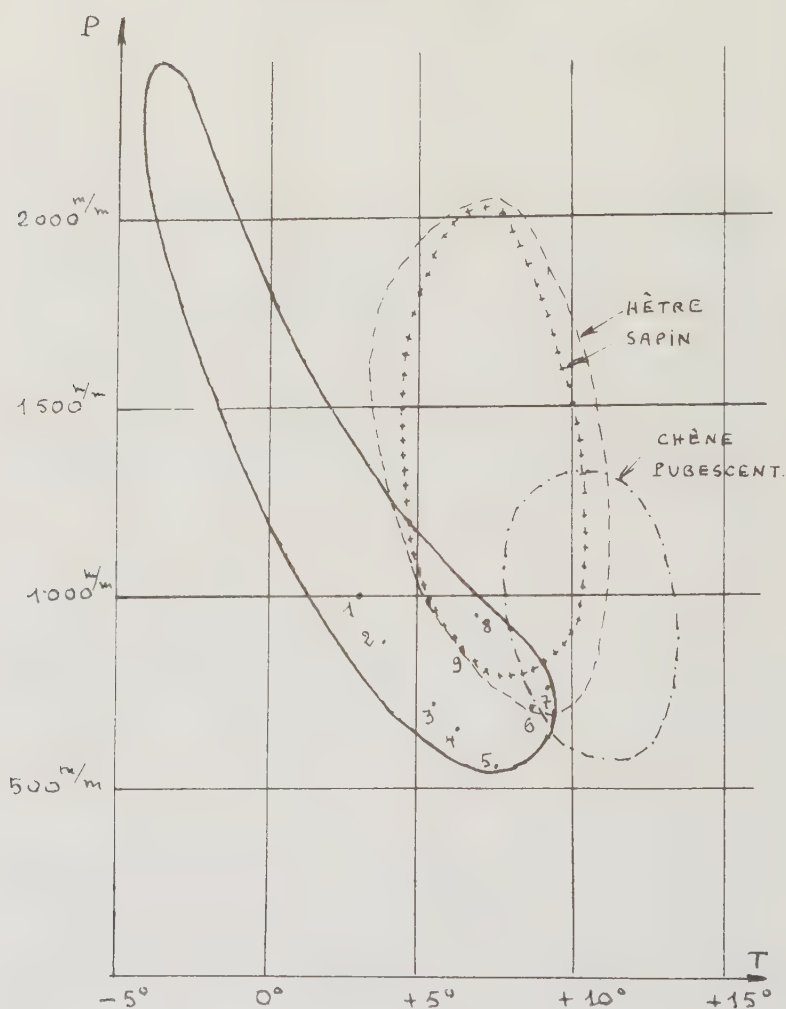


FIG. 59.

Légende. — L'aire réelle du Hêtre en Maurienne s'arrête effectivement au niveau de Saint-Michel-de-Maurienne-Valmeinier; l'aire ombrothermique du Hêtre, selon REY, coïncide donc remarquablement avec ce que l'on peut observer dans notre région; l'aire du Chêne pubescent rend bien compte des faits également.

Par contre, les sapinières intra-alpines (*Abietetum albae* de KUOCH) qui se situent jusqu'aux points 3 et 4 débordent nettement l'aire de REY, qui correspond à un échantillonnage subatlantique, un peu restreint par conséquent.

Les numéros du schéma correspondent aux localités suivantes:

- 1: Bissorte - 2: Bessans - 3: Lanslebourg - 4: Termignon - 5: Avrieux - 6: Orelle - 7: Saint-Martin-la-Porte - 8: Le Thyl - 9: Valmeinier.

Il est évidemment très difficile de trouver le ou les facteurs climatiques qui, vis-à-vis du Hêtre sont des *facteurs limitants*: la sécheresse a été souvent invoquée, par CHRIST (H.) (1879), par GAUSSEN (H.) (1926), par GUINIER (Ph.) (1950); le régime des gelées tardives également [ISSLER (E.) (1931)].

Un tel problème au demeurant — pour la solution duquel il devra être fait appel à des données météorologiques nombreuses et variées — ne peut être abordé que pour l'ensemble des Alpes.

Ce que nous retiendrons donc, simplement, ici, en n'oubliant point qu'il ne s'agit que de schémas, c'est que l'*aire ombrothermique du Hêtre*, telle que l'a dessinée REY (P.) (1960) (1) pour le Velay, le Vivarais, le Front Nord Pyrénéen, le Vallespir, le Conflent, la moyenne vallée du Rhône et les Alpes-Maritimes, ce qui constitue déjà un échantillonnage assez étalé (2), se trouve située dans une zone *plus chaude et plus arrosée* que l'aire ombro-thermique de la Haute-Maurienne. Cette aire du Hêtre recoupe toutefois celle de notre vallée, et dans la région où, précisément, on observe les dernières hêtraies, vers le Thyl et Saint-Martin-la-Porte (3). Si l'on s'en tient donc aux deux seuls facteurs, pluviosité et température de l'air, on voit que le Hêtre, d'après le graphique de REY, *supporte bien le froid à condition qu'il soit très humide* et, dans une certaine mesure, la sécheresse, mais à condition qu'il fasse chaud (fig. 59).

La tentation est grande, évidemment, de considérer, pour la comparer à la précédente, l'aire ombrothermique du Sapin qui s'enfonce profondément dans la zone intra-alpine, ce que ne fait pas le Hêtre. On constate que l'aire ombrothermique du Sapin, telle qu'elle est dessinée par REY, se trouve être englobée par celle du Hêtre, ce qui, *schématiquement*, nous paraît bien rendre compte qu'en montagne subatlantique le Hêtre s'élève plus haut que le Sapin (étage montagnard supérieur très arrosé et froid) et descend plus bas que lui (étage montagnard inférieur, relativement sec et chaud).

Mais le graphique de REY ne rend pas compte, toutefois, de l'existence des sapinières de la Haute-Maurienne — entre autres — qui connaissent des pluviosités inférieures ou au moins égales à 650/700 mm. Ces sapinières montrent que le Sapin — plus que le Hêtre — peut supporter un certain *froid sec*.

(1) Nous avons, en fait, enveloppé par une seule courbe les différentes courbes du Hêtre dessinées par REY et qui correspondaient aux diverses régions étudiées par lui. Nous avons agi de même en ce qui concerne les aires du Sapin et du Chêne pubescent.

(2) Encore que l'on puisse regretter qu'il ne s'étende pas aux Vosges, au Jura, aux Préalpes du nord et du sud.

(3) On observera que la zone d'interférence dépasse, en fait, la zone des hêtraies de Haute-Maurienne. On peut donc conjecturer ce que nous avons déjà souligné, que le Hêtre a dû quelque peu reculer du fait de l'homme; à noter que le Hêtre dans le Velay connaît sur ses marges une température moyenne de 5°2, pour une pluviosité de 1000 mm seulement. Mais il est incontestable que la sapinière vraie de Haute-Maurienne est adaptée à un froid plus sec.

Quant à l'aire ombrothermique du Chêne pubescent — dont l'échantillonnage a la même ampleur que les deux précédentes — elle recoupe celle de la Haute-Maurienne dans la zone la plus chaude (celle de Saint-Julien-de-Maurienne) mais non tout à fait la plus sèche, ce qui, toujours schématiquement, correspond bien aux faits.

A l'intérieur de la zone intra-alpine, c'est encore le climat — il faudrait parler de climats locaux et de microclimats — qui, *par le jeu de l'altitude*, joue un rôle déterminant dans la constitution des étages *aux diverses expositions*: à *exposition nord*, la pessière subalpine apparaît ainsi comme plus froide et plus arrosée que la sapinière, tandis que la pineraie de Pin Cembro l'est plus, elle-même, que la pessière subalpine; à *exposition sud*, c'est la pessière subalpine sèche (4) qui se trouve être plus froide et plus arrosée que la pineraie de Pin sylvestre, la juniperaie à Pin Cembro l'étant, à son tour, plus que la pessière.

Mais, ce qu'il faut rappeler ici, *c'est le rôle prépondérant joué par le climat du sol*, dans les premiers centimètres de celui-ci. On a vu combien le potentiel capillaire à — 25 cm et à — 5 cm et la température vers la surface, pouvaient différer, dans le même étage général, d'une exposition à l'autre et expliquer qu'à exposition tournée vers le sud, une pineraie de Pin sylvestre très xérophile et adaptée à un climat aux variations brutales, puisse prospérer, alors que sur le versant d'en face, se rencontre une sapinière relativement mésophile, au climat du sol sensiblement différent.

Le climat n'a d'ailleurs pas seulement qu'un rôle direct: on a vu, lors de l'étude des pineraies xérophiles de Pin sylvestre, en particulier, que l'excès d'insolation et de dessiccation pouvait permettre d'expliquer l'évolution relativement poussée des sols et la légère tendance à l'acidification que l'on y observe, car la vie biologique y est très peu active.

Sur le versant nord, et à haute altitude, dans l'étage subalpin, les basses températures jouent un rôle analogue: dans le sol de la rhodoraie à Pin Cembro, l'activité biologique, par suite du froid, est également très faible, et les *Ericacées aidant*, une importante accumulation d'humus se produit, qui est à l'origine des phénomènes de podzolisation déjà décrits.

IV.1.2. — La nature des roches-mères et des sols.

Ce que l'on doit d'abord souligner, c'est le *caractère de jeunesse* que présentent tous les sols; ce caractère est dû à l'érosion, car les replats en forêt sont pratiquement inexistants ou de surface minime.

(4) ou la pineraie de Pin à crochets, sur roche-mère carbonatée.

Cette jeunesse se traduit par l'existence de fragments de roche-mère jusque dans les horizons de surface, et ceci, comme on l'a noté, même dans les sols podzoliques de la rhodoraie à Pin Cembro, qui peuvent être considérés, a priori, comme les plus évolués. Ces sols podzoliques, comme l'a souligné DUCHAUFOR (Ph.) (1960) « sont souvent plus riches au point de vue chimique que les podzols atlantiques. L'humus, qui contient d'importantes réserves de calcium, de phosphore et d'azote, assure aux résineux une nutrition satisfaisante, tout en maintenant un milieu acide favorable aux mycorhizes ».

Il découle de l'action incessante de l'érosion que la nature de la roche-mère influence directement et continûment la pédogénèse et, par contre-coup, conditionne étroitement la composition floristique des associations. C'est ainsi que les vastes peuplements de Pin à crochets qui s'étendent entre Bramans et Termignon, sur versant nord, s'expliquent directement par l'existence du gypse extravasé au contact de la nappe des schistes lustrés.

Les différences floristiques sont d'autant plus nettes qu'elles correspondent à des différences marquées du chimisme des roches-mères. Un exemple est particulièrement à retenir à cet égard : on a vu que, dans le synclinal de Chavières, à exposition sud, on observait côte à côte deux associations xérophiles de Pin sylvestre, très dissemblables : d'une part, l'*Ononido-Pinetum* sur rendzine superficielle reposant elle-même sur cagneules triasiques ; d'autre part, le *Deschampsio-Pinetum*, sur ranker à moder, reposant sur quartzites également triasiques.

Dans la plupart des cas, toutefois, les différences floristiques dues au chimisme du sol et de la roche-mère sont moins marquées : ceci tient au fait que les roches-mères présentent entre elles des caractères moins extrêmes et que les phénomènes de décarbonatation des horizons superficiels affectant les sols reposant sur roches-mères carbonatées tendent à les rendre « analogues » à ceux reposant sur des roches-mères plus silicatées. L'ensemble de l'*Abietetum albae* est à rappeler, à ce sujet : les sols sur schistes lustrés — ces derniers, bien que contenant de petits filonets de calcite, sont déjà peu carbonatés — et ceux sur grès ou schistes du Houiller ne diffèrent pas sensiblement, comme il a déjà été dit, et si l'on peut distinguer sur ces derniers un faciès à *Saxifraga cuneifolia*, ceci tient essentiellement au fait que cette espèce pousse sur les éboulis même de grès, sur la petite couche de moder produite par les mousses dont *Isoetecium viviparum*.

IV.1.3. — Le relief.

Des deux processus essentiels, qui sont sous la dépendance directe du relief : érosion, c'est-à-dire décapage du sol dans son ensemble

et lessivage oblique, c'est-à-dire « entraînement le long de la pente, dans la masse du profil, des éléments colloïdaux ou solubles », le premier l'emporte nettement en importance, en Haute-Maurienne, où les pentes en forêt sont toujours très fortes (de 40 à 100 % et au-delà), les replats ayant été colonisés par l'homme.

Outre qu'elle tend à rajeunir constamment les sols, comme on l'a vu, l'érosion contribue à la formation d'éboulis dont le rôle, dans le paysage forestier n'est pas négligeable. Eboulis à gros éléments, par exemple, dans le Permo-houiller métamorphique, où se complait la rhodoraie à Pin Cembro; éboulis à éléments moyens dans les gorges houillères, en particulier au niveau de la pessière subalpine xérophile; éboulis plus fins, mais plus localisés, un peu partout, ailleurs, donnant naissance à des rendzines ou à des rankers colluviaux.

Mais, ce qu'il faut souligner, c'est que le long d'une même pente, il n'y a pas, au sommet, une rendzine initiale, si l'on est sur calcaire ou un ranker d'érosion, si l'on a affaire à une roche-mère silicatée, puis, plus bas, une rendzine colluviale ou un ranker colluvial; les séquences — si séquences il y a — dessinent un véritable puzzle, car le dessin des falaises ou des affleurements rocheux est lui-même fort complexe; d'autre part, les colluviums, qu'ils soient calcaires ou non, restent soumis à une intense érosion et restent donc de faible profondeur; les différences qu'ils présentent avec les stations d'érosion, proprement dites, sont donc le plus souvent négligeables, du moins en forêt.

Les seules séquences à retenir sont celles qui correspondent aux étages; elles sont dues directement au climat, mais, indirectement, au relief lui-même.

IV.1.4. — La végétation.

La végétation forestière agit sur le microclimat: de ce point de vue, on doit penser que, dans les pineraies xérophiles, le couvert léger des Pins contribue à donner à leur microclimat, la brutalité que nous lui connaissons, alors que le couvert des Hêtres et celui des Sapins joue un rôle inverse dans les hêtraies ou dans la sapinière.

La végétation agit aussi par l'humus qu'elle produit: la matière organique, comme l'a noté DUCHAUFOUR (Ph.) (1960), est en effet « l'intermédiaire entre le monde vivant et le monde minéral, par lequel le premier peut modifier les propriétés du second, dans un sens déterminé ». A cet égard, on doit retenir que la dominance absolue des résineux, dans nos associations, explique l'existence d'un humus dont les caractères ne sont jamais ceux d'un mull franc; mais ou d'un *moder* ou d'un *mull-moder*; ce n'est vraiment que sous les Aulnes verts que l'on rencontre un vrai mull. On doit souligner aussi, car il est remarquable, le rôle respectif que jouent les Gra-

minées ou les Ericacées, espèces sociales par excellence. Dans l'étage du Pin Cembro, à exposition fraîche, l'abondance du *Rhododendron*, de *Vaccinium Myrtillus*, de *Vaccinium Vitis idaea*, fait se créer un *humus brut* — les conditions climatiques aidant — alors que, toutes choses égales d'ailleurs, la dominance de *Calamagrostis villosa* associé à quelques autres Graminées plus rares dont *Poa Chaixii*, ou même *Milium effusum*, aboutit à une *brunification* des sols, l'humus produit par ces graminées étant peu acide, riche en calcium, et de décomposition rapide.

IV.1.5. — L'homme.

L'action humaine dont nous avons déjà analysé l'aspect le plus spectaculaire, à savoir la déforestation laquelle s'est exercée surtout sur les adrets en supprimant partie des chênaies pubescentes et des hêtraies et, dans l'étage subalpin sec, partie des pineraies de Pin Cembro, s'est en outre manifestée, on l'a vu, dans tous les étages, pour modifier la structure sylvicole des peuplements et aussi, mais dans une mesure moindre, à notre avis, leur composition floristique.

Dans l'étage du Pin Cembro, le faciès à *Calamagrostis villosa* et ce que nous avons appelé le faciès pâturé de la rhodoraie, lui doivent leur extension.

Dans l'étage de la pessière subalpine mésophile, on peut penser que le pâturage et les coupes assez brutales destinées à alimenter l'industrie du charbon de bois, ont contribué — l'érosion aidant — à freiner l'évolution des sols et à empêcher que ne s'installe une couche d'humus brut propice à des espèces telles que *Listera cordata*, *Lycopodium annotinum*, etc.

Dans l'étage de la sapinière, par contre, cette action est peut-être moins nette : elle a pu cependant, sur roche-mère calcaire, favoriser l'extension des pineraies calciphiles à *Erica carnea* et *Hylocomies*, aux dépens de la sapinière à *Carex alba*.

Dans toute la zone des gypses et des cargneules, où l'on observe les associations spécialisées de Pin sylvestre ou de Pin à crochets, nous ne pensons pas que l'homme ait pu vraiment jouer un rôle modificateur, car le relief est particulièrement vigoureux et les arbres de faible valeur.

Dans tous les étages de versant frais enfin, l'homme a créé — mais il s'agit en fait de petites surfaces, sauf autour d'Albanne et de Montricher — des mélézeins, véritables prés-bois riches en espèces prairiales, qui évoluent, selon les étages, avec le recul de l'homme, soit vers la rhodoraie à Pin Cembro, soit vers la pessière subalpine, soit vers la sapinière. Ces mélézeins, qui n'ont qu'une très faible importance, n'ont pas été analysés ici, car leur étude, malgré l'intérêt qu'elle présentait du point de vue de la dynamique de la végétation, nous eût entraîné trop loin.

IV.1.6. — Vue d'ensemble.

Le tableau synoptique et les photos des pages suivantes donnent une vue d'ensemble des groupements décrits et ce, en fonction des grands facteurs écologiques.

On se reportera à la carte au 1/50 000^e pour les situer géographiquement.

Le tableau général appelle quelques commentaires: nous avons défini les associations ou leurs sous-unités, en utilisant des termes français et des termes latins.

Lorsque les associations avaient déjà un nom, nous l'avons adopté soit totalement, par exemple: « *Abietetum albae melampyretosum* », soit en le modifiant ou en le complétant conformément aux règles fixées par BACH (R.), KUOCH (R.), MOOR (M.) (1962) et par RAUSCHERT (St.) (1963).

Ces règles voulant qu'un groupement végétal soit dénommé en utilisant les noms des plantes *représentatives*, nous avons abandonné les termes de *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*, ou de *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* (que nous avons conservés, dans le corps du texte, pour éviter toute confusion) et leur avons substitué ceux de *Rhododendro-Pinetum Cembrae* et de *Calamagrostio villosae Pinetum Cembrae*.

Nous avons, en outre, renoncé au terme de *Mugetum*, pour des raisons déjà dites, et avons adopté celui de *Pinetum uncinatae*, ce qui nous obligeait, par contre-coup, à parler de *Pinetum silvestris*. C'est ainsi que l'*Erico-Mugetum* est devenu l'*Erico-Pinetum uncinatae* et l'*Erico-Pinetum*, *sensu stricto*, l'*Erico-Pinetum silvestris*.

Il est des cas plus « épineux »: dans la « famille » des pineraies xérophiles sur sol calcimorphe, on trouve, dans l'étage montagnard, l'*Ononido-Pinetum silvestris*, dans l'étage subalpin inférieur, un groupement que l'on doit appeler: *Ononido-Pinetum uncinatae*, à *Picea excelsa*, et, dans l'étage subalpin supérieur enfin, un groupement qui se situe bien dans la même séquence, mais qui, ne possédant plus d'*Ononis* et singulièrement d'*Ononis rotundifolia*, ne peut plus être raisonnablement appelé *Ononido-Pinetum uncinatae*; si donc, on retient le nom d'une autre espèce, la dénomination obtenue va masquer les affinités très étroites qui existent entre ce groupement et ceux des étages inférieurs. Ce qu'il faudrait, par conséquent, c'est dénommer tous ces groupements affines à l'aide d'une espèce s'observant dans tous les étages et liées à la fois à l'exposition sud et aux sols calcimorphes: *Carex humilis*, par exemple et, ensuite, les différencier par une espèce plus spécialisée, tout au moins quant à l'étage.

Dans le cas particulier évoqué, on aurait la « séquence » ci-après: *Carici humilis* - *Pinetum silvestris ononidetosum rotundifoliae*, *Carici humilis* - *Pinetum uncinatae piceetosum excelsae*, *Carici humilis* - *Pinetum uncinatae caricetosum sempervirentis*.

Tableau général des associations forestières de la Haute-Maurienne
(moins les hêtraies et chênaie pubescente, marginales)

Etages	Roches mères carbonatées (cargneules, gypse, calcaire) sols à mull-moder calcaïque	
	Exposition Sud	Exposition Nord
Etage montagnard	Pineraie de Pin sylvestre à <u>Ononis rotundifolia</u> et <u>Coronilla minima</u> . <u>Ononido-Pinetum silvestris</u> (sur rendzine gypseuse superficielle : <u>Ononido-Pinetum uncinatae</u>)	Pineraie de Pin sylvestre à <u>Erica carnea</u> et <u>Hylocomies Erico-Pinetum silvestris hylocomietosum</u> . (sur rendzine gypseuse superficielle : <u>Erico-Pinetum uncinatae hylocomietosum</u>).
Etage subalpin inférieur	Pineraie de Pin à crochets à <u>Ononis rotundifolia</u> faciès à <u>Picea excelsa</u> <u>Ononido-Pinetum uncinatae</u> , faciès à <u>Picea excelsa</u> .	Pineraie de Pin à crochets à <u>Erica carnea</u> et <u>Hylocomies</u> faciès à <u>Picea excelsa</u> <u>Erico-Pinetum uncinatae hylocomietosum</u> , faciès à <u>Picea excelsa</u> .
Etage subalpin supérieur	Pineraie de Pin à crochets à <u>Carex humilis</u> faciès à <u>Carex sempervirens</u> <u>Carici-humilis Pinetum uncinatae</u> , faciès à <u>Carex sempervirens</u> .	Pineraie de Pin à crochets à <u>Erica carnea</u> et <u>Hylocomies</u> , faciès à <u>Carex sempervirens</u> <u>Erico-Pinetum uncinatae hylocomietosum</u> , faciès à <u>Carex sempervirens</u> .
Etages	Roches mères silicatées (schistes et grès du Houiller, quartzites) Sols à moder et à mor	
	Exposition Sud	Exposition Nord
Etage montagnard	Pineraie de Pin sylvestre à <u>Deschampsia flexuosa</u> et <u>Minuartia laricifolia</u> <u>Deschampsio-Pinetum silvestris</u>	Sapinière vraie à <u>Melampyrum silvaticum</u> , faciès à <u>Saxifraga cuneifolia</u> <u>Abietetum albae melampyretosum</u> faciès à <u>Saxifraga cuneifolia</u>
Etage subalpin inférieur	Pessière subalpine xérophile à <u>Vaccinium Vitis Idaea</u> <u>Piceetum subalpinum vaccinietosum Vitis-Idaeae</u>	Pessière subalpine mésophile à <u>Vaccinium Myrtillus</u> <u>Piceetum subalpinum vaccinietosum Myrtilli</u> .
Etage subalpin supérieur	Pineraie de Pin Cembro xérophile à <u>Juniperus nana</u> et <u>Vaccinium Vitis Idaea</u> <u>Junipero-Pinetum Cembro vaccinietosum Vitis Idaeae</u>	Pineraie de Pin Cembro à <u>Rhododendron ferrugineum</u> ou à <u>Calamagrostis villosa</u> <u>Rhododendro-Pinetum Cembrae</u> ou <u>Calamagrostis villosae Pinetum Cembrae</u>

Etages	Roches mères "mixtes" (schistes lustrés) <u>soils à mull-moder et mor</u>	
	Exposition Sud	Exposition Nord
Etage montagnard	Pineraie de Pin sylvestre à <u>Ononis rotundifolia</u> <u>Ononido-Pinetum silvestris</u>	Sapinière vraie à <u>Melampyrum silvaticum</u> faciès type <u>Abietetum albae melampyreto- sum</u> , <u>faciès typicum</u>
Etage subalpin inférieur	Pessière subalpine xérophile à <u>Carex humilis</u> et <u>Polygala cha- maebuxus</u> . <u>Piceetum subalpinum caricetosum humilis</u> .	Pessière subalpine mésophile à <u>Vaccinium Myrtillus</u> <u>Piceetum subalpinum vaccinie- tosum Myrtilli</u> .
Etage subalpin supérieur	Sous-étage totalement occupé par l'homme	Pineraie de Pin Cembro à <u>Rhododendron ferruginea</u> ou à <u>Calamagrostis villosa</u> <u>Rhododendro-Pinetum Cembrae</u> ou <u>Calamagrostie villosae Pinetum Cembrae</u>

Cette solution, qui nous paraît la plus rationnelle, obligerait à remanier une nomenclature déjà acquise (*Ononido-Pinetum*); nous l'avons donc abandonnée, et avons, très provisoirement, baptisée l'association du subalpin supérieur, comme il est dit ci-dessus.

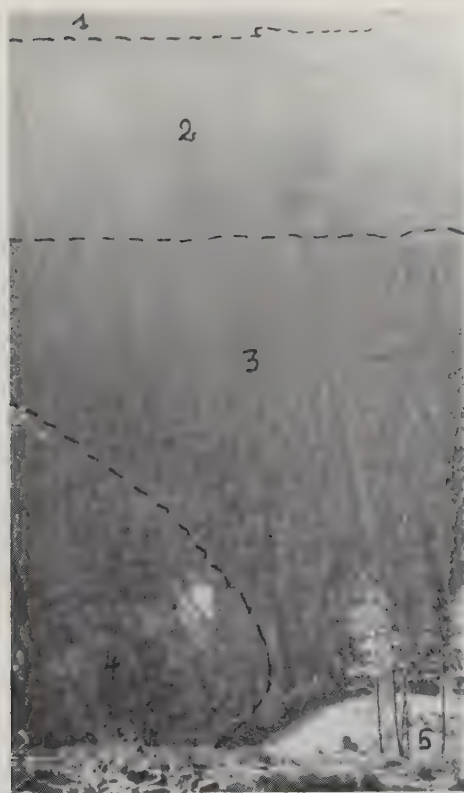
Il y a lieu de noter que nous n'avons pas fait figurer sur le tableau synoptique et, pour éviter de l'alourdir, les associations « intermédiaires » et singulièrement celles des sols calcimorphes dont nous avons cependant souligné l'importance géographique.

A exposition sud-est ou nord-ouest, on rencontre donc, dans l'étage montagnard, une association où l'on trouve à la fois des espèces xérophiles et des espèces mésophiles. Pour marquer ce double caractère, il y aurait lieu de la dénommer: *Ononido-Pinetum silvestris ericetosum*; dans l'étage subalpin inférieur, ce serait l'*Ononido-Pinetum uncinatae ericetosum* et dans le supérieur, enfin, le *Carici-humilis Pinetum uncinatae ericetosum*.

Inutile d'ajouter que toutes ces dénominations ont, dans notre esprit, une valeur toute provisoire; nous avons eu simplement l'intention d'obéir aux règles récentes, en évitant d'ajouter à la confusion qui règne dans ce domaine. Ces dénominations sont celles qui figurent au tableau synthétique de relevés, à la fin de ce travail.

PLANCHE XIX

*Les associations forestières
et le jeu des facteurs écologiques décisifs.*



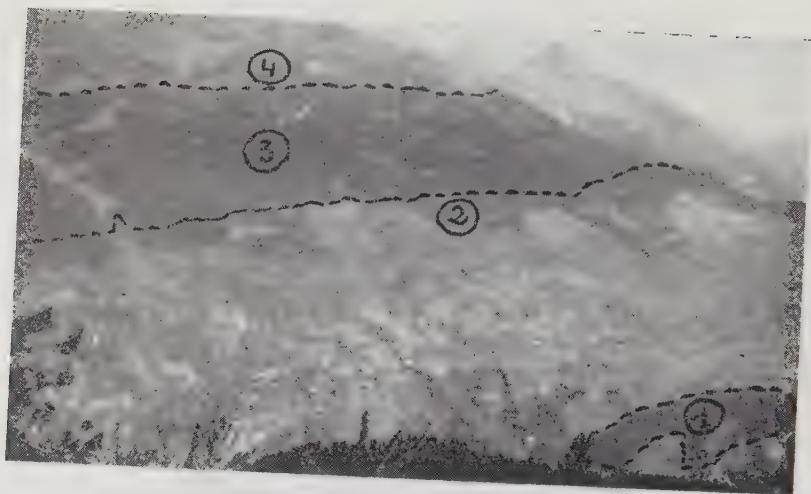
Légende. — Lorsque la roche-mère occupe tout un versant lui-même peu ondulé, les associations se succèdent de haut en bas, sans solution de continuité et de façon simple: ainsi en forêt d'Arc, entre Lanslebourg et Termignon, sur schistes lustrés, s'étagent une sapinière (3), une pessière subalpine (2), une pineraie de Pin Cembro (1).

A l'adret, une pineraie de Pin sylvestre à *Ononis rotundifolia* incendiée (5).

Une lentille de gypse, toutefois, associée aux schistes lustrés, vient rompre l'ordonnance des étages et porte une pineraie de Pin à crochets à *Erica carnea* et *Hylocomies* (4).

PLANCHE XX

*Les associations forestières
et le jeu des facteurs écologiques décisifs.*

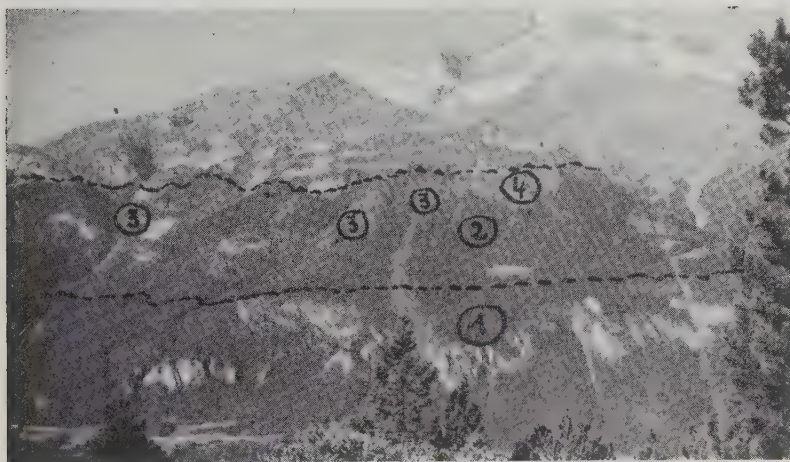


Légende. — Sur grès et schistes du Houiller, à l'adret, l'homme a à peu près totalement occupé l'étage montagnard où subsistent quelques îlots forestiers [Deschampsio-Pinetum (1)].

*Dans le bas du manteau forestier, à la limite des étages montagnard et subalpin, l'Épicéa se mêle au Pin sylvestre (2); puis s'étend la pessière subalpine xérophile à *Vaccinium Vitis-Idaea* (3), dans l'étage subalpin supérieur, on observe des lambeaux d'une pineraie de Pin Cembro xérophile à *Vaccinium Vitis-Idaea*, *Arctostaphylos Uva-ursi*, *Juniperus nana* (4).*

PLANCHE XXI

*Les associations forestières
et le jeu des facteurs écologiques décisifs.*

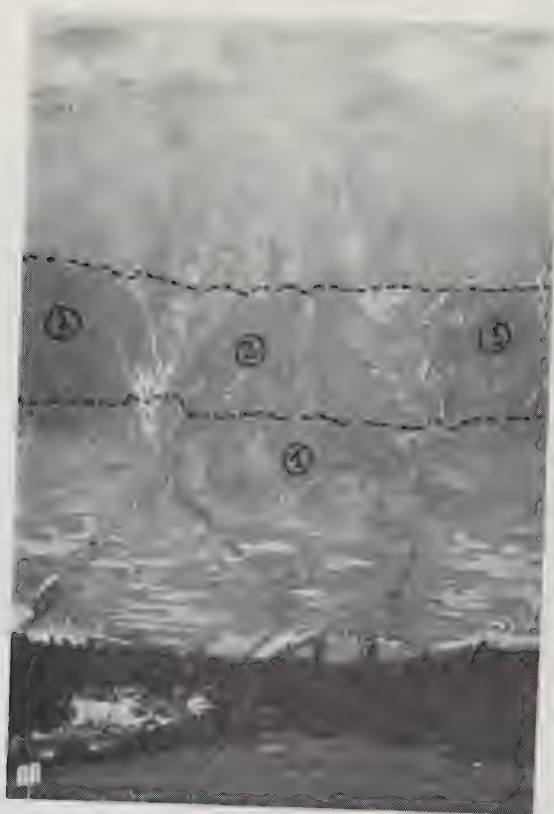


Légende. — La zone des cargneules de la Vanoise (sols calcimorphes) est le domaine, dans l'étage montagnard, du Pin sylvestre [*Ononido-Pinetum sylvestris*; *Erico-Pinetum sylvestris* (1)] et, dans l'étage subalpin, du Pin à crochets [*Ononido-Pinetum uncinatae*; *Erico-Pinetum uncinatae* (2)].

On notera l'abondance des couloirs d'avalanches (3). En (4), partie incendiée.

PLANCHE XXII

*Les associations forestières
et le jeu des facteurs écologiques décisifs.*



Légende. — L'adret, entre Lanslebourg et Lanslevillard a été fortement occupé par l'homme dans la plus grande partie de l'étage montagnard (jusqu'à 1 550 - 1 600 m) et dans le subalpin supérieur (à partir de 2 000 - 2 050 m).

On observe toutefois, entre 1 600 et 1 800 m, l'*Ononido-Pinetum* (1) et au-dessous, la *peissière subalpine sèche* (2). Cette dernière laisse la place, à droite de la photo, à un *Ononido-Magietum* (3) qui se situe très exactement sur les cargneules et calcaires triasiques d'une fenêtre s'ouvrant au milieu des schistes lustrés.

Le dessin de cette fenêtre est tel que les cargneules et calcaires se retrouvent encore au centre de la photo, mais dans le seul étage montagnard où s'observe l'*Ononido-Pinetum* (1), lequel s'étend donc à la fois sur calcaires triasiques et sur schistes lustrés.

PLANCHE XXIII

*Les associations forestières
et le jeu des facteurs écologiques.*



Légende. — Sur versant sud, toujours au niveau de Modane, la répartition des associations forestières est moins complexe.

On notera toutefois, sur cagneules (1) une pineraie xéro-calciphile à *Ononis rotundifolia* jouxtant une pineraie xéro-acidiphile à *Deschampsia flexuosa* et *Minuartia laricifolia* (2).

Cette pineraie, sur quartzites, s'élève assez haut; lui succèdent une pessière subalpine sèche à *Airelle rouge* (3), puis une pineraie de Pin Cembro relativement xérophile (4), tandis qu'à exposition secondaire nord, sur Permo-houiller métamorphique (masquée sur la photo), s'observe une magnifique rhodoraie à Pin Cembro (5).

L'action humaine, qui ne marque pas de recul sensible, s'est exercée dans les zones les moins en pente (6).

PLANCHE XXIV

*Les associations forestières
et le jeu des facteurs écologiques décisifs.*



Légende. — Si, le plus souvent, les facteurs écologiques décisifs ne jouent pas tous ensemble (en forêt d'Arc, à l'envers, les grands étages de végétation se succèdent sans solution de continuité sur une même roche-mère, les schistes lustrés), il n'en est pas toujours ainsi, ce qui rend, évidemment plus complexe le tapis forestier.

C'est ainsi qu'en forêt de Modane, à exposition générale nord, sur schistes lustrés, et sur éboulis en provenant, se succèdent du bas en haut : sapinière vraie (1), pessière subalpine (2), pineraie de Pin Cembro à Rhododendron (3).

Mais une zone fort complexe de calcaires, cargneules, gypse, occupe partie du bas du versant, ce qui permet à une sapinière vraie à *Carex alba* de se développer (4) tandis que vers l'ouest, sur le houiller métamorphique repose une sapinière vraie à *Saxifraga cuneifolia* (5).

A exposition secondaire ouest, plus chaude et sur cargneules, s'observe, fragmentée, une pineraie sèche à *Ononis rotundifolia* (6), tandis qu'à l'ouest, toujours sur cargneules, mais à exposition fraîche et dans l'étage subalpin, on rencontre une pineraie de Pin à crochets à *Carex ferruginea* (7), sans *Erica carnea* dont l'aire s'arrête au niveau du ruisseau de Saint-Antoine (8).

L'action humaine, enfin, est venue elle-même interférer : sur le replat (9), des pelouses autrefois pâturées sont actuellement envahies par un mélèzein qui, situé à la limite des étages montagnard et subalpin, évoluera, vers le bas, vers une sapinière et plus haut, vers une pessière subalpine.

Cette action s'est exercée aussi au bas des versants à exposition ouest (10) où la pineraie, très jeune, se trouve coupée par des pelouses riches de *Brachypodium pinnatum*, ou une fruticaine à base de *Berberis vulgaris*.

IV.2. — LE PROBLEME DU CLIMAX

Lors de l'étude de chaque association et une fois analysée l'action humaine, nous nous sommes posé la question de savoir s'il s'agissait d'une association climacique, c'est-à-dire dépendant essentiellement du climat ou d'une association spécialisée, c'est-à-dire liée plus étroitement aux conditions locales de station et plus particulièrement à celles résultant de la composition de la roche-mère.

Ce faisant, il nous est apparu que, dans l'ensemble, sous l'action incessante de l'érosion, due elle-même à un relief presque toujours vigoureux « la nature de la roche-mère influence directement et continûment la pédogénèse, et, par contre-coup, conditionne étroitement la composition floristique des associations ».

On peut se demander, dans ces conditions — et la question a été posée par divers auteurs, dont ETTER (H.), pour les forêts de la bordure austro-orientale du Plateau suisse (1947), par ELLENBERG (H.), pour les associations de l'étape alpin (1953), par NOIRFALISE (A.), pour les forêts belges (1954), par RICHARD (J.-L.), pour les associations forestières du Jura (1961) — si, en Haute-Maurienne, comme le plus souvent en montagne, l'influence de la station et de la roche-mère ne l'emporte pas sur celle du climat dans l'orientation générale de l'évolution des sols. En d'autres termes, comme l'a développé FAVARGER (Cl.) (1960), dans un article de synthèse, on peut se demander, s'il n'y aurait pas lieu de distinguer, *dans chaque étage, divers climax* liés à la roche-mère et à l'exposition (Klimaxschwarm ou essaim de climax de ETTER), c'est-à-dire, en définitive, de faire se rapprocher la notion d'association climacique et celle d'association spécialisée.

Dans cette perspective, une association climacique, dans une région donnée, ne devrait sa qualification qu'à son importance territoriale, plus grande que celle d'autres associations, dites alors spécialisées permanentes mais pourrait, dans une autre région, où son importance serait mineure, jouer, par contre, à son tour, le rôle d'association spécialisée.

Par exemple, alors que l'*Abieti-Fagetum* — surtout sous sa forme *festucetosum* — couvre de grandes étendues dans les Préalpes et surtout dans le Jura, au niveau de l'étage montagnard moyen, il est très localisé dans les Basses-Vosges gréseuses, où il ne s'observe — sur sol brun à mull — que sur les affleurements toujours de faible surface de grès intermédiaires; dans cette dernière

région, domine en effet le grès vosgien, presque exclusivement quartzeux, très pauvre en argile (moins de 5 %) qui porte soit des sapinières à mousses et *Vaccinium Myrtillus*, à exposition fraîche (*Myrtillo-Abietetum*), soit des pineraies de Pin sylvestre à *Calluna* à exposition sèche, toutes associations que l'on pourrait parfaitement qualifier de climaciques, l'*Abieti-Fagetum* faisant alors figure, par rapport à elles, d'association spécialisée.

Qu'en est-il en Haute-Maurienne ?

Notre étude a montré qu'il existe sans doute de grandes associations d'étage, plus ou moins proches du climax : à exposition nord, sapinières dans l'étage montagnard, pessière subalpine mésophile dans le subalpin inférieur, pineraie de Pin Cembro à Rhododendron dans le subalpin supérieur ; à exposition sud, pineraie xérophile de Pin sylvestre dans le montagnard, pessière subalpine xérophile dans le subalpin inférieur, pineraie de Pin Cembro à Genévrier dans le subalpin supérieur et que des phénomènes de « convergence » tout à fait remarquables ne sont pas niables : la rhodoraie à Pin Cembro sur grès du Houiller ne présente pratiquement pas de différences avec celle développée sur schistes lustrés et arrive à se rencontrer sur cargneules ou même gypse, quoique sous une forme un peu spéciale (rhodoraie à Pin Cembro, à Pin à crochets et *Erica carnea*), les horizons supérieurs des sols (dans les deux premiers cas : sols podzoliques ou podzols, dans le dernier, sol humique carbonaté à humus brut) étant « analogues » au sens de PALLMANN. Une même convergence se rencontre plus bas, dans la pessière subalpine et dans la sapinière.

Mais, malgré ces convergences, les grandes associations ne se présentent pas sous un type uniforme, de telle sorte qu'il n'est pas facile, en définitive, de distinguer ce que représente vraiment l'association « moyenne » climacique.

On rencontre presque toujours des sous-associations ou des variantes dont les compositions floristiques sont liées aux propriétés des horizons minéraux ou de la roche-mère : par exemple, la sapinière sur schistes lustrés n'est pas tout à fait la même que celle sur roche-mère carbonatée (sapinière à *Carex alba*) ni que celle sur roche-mère plus silicatée (sapinière à *Saxifraga cuneifolia*). Ces variantes ou sous-associations passent, d'ailleurs, et souvent par des intermédiaires très nets, à des associations spécialisées : exemple : on rencontre, quoique rarement, il est vrai, des sapinières à *Erica carnea* ou *Carex ferruginea*, qui relient la sapinière à *Carex alba* à la pineraie de Pin sylvestre ou de Pin à crochets mésophile, à *Erica carnea* et *Hylocomies* ou à *Carex ferruginea* qui, elles, sont des associations spécialisées.

Dans l'étage montagnard sec, la pineraie de Pin sylvestre se présente sous deux formes extrêmes : le *Deschampsio-Pinetum* et l'*Ononido-Pinetum*. Il est vraisemblable que l'association la plus proche du climax est celle que l'on rencontre sur schistes lustrés,

encore qu'elle présente beaucoup d'affinités avec l'*Ononido-Pinetum* calciphile ; mais, là aussi, on l'a vu, il existe des intermédiaire : une variante du *Deschampsio-Pinetum*, à *Carex humilis* et *Polygala Chamaebuxus* qui, influencée à la fois par la silice des quartzites et le calcaire des moraines, constitue un terme de transition vers l'*Ononido-Pinetum*.

Il est donc incontestable qu'il n'existe pas une uniformité des associations climatiques et que des formes de passage peuvent, en outre, être observées entre les diverses « variantes subclimaciques » et les associations spécialisées proprement dites.

IV.3. — LE PROBLEME DE LA NOMENCLATURE ET DE LA CLASSIFICATION DES UNITES PHYTOSOCIOLOGIQUES

A la suite de l'étude critique que nous avons conduite, dans la première partie de ce travail, des méthodes de classification phytosociologique adoptées par l'Ecole de BRAUN-BLANQUET, et de l'analyse que nous avons faite des groupes écologiques, nous sommes arrivé à deux résultats apparemment antinomiques : nous avons montré, d'une part, que la classification hiérarchisée de BRAUN-BLANQUET prêtait le flanc à d'assez nombreuses critiques, mais, d'autre part, que les notions d'alliance, d'ordre, de classe avaient une signification écologique, permettant de les justifier.

Le moment est donc venu de prendre une vue d'ensemble de ce problème complexe de typologie, dont l'intérêt est considérable, car c'est celui même, pour une large part, des fondements de la phytosociologie.

IV.3.1. — Les grands types possibles de classification hiérarchisée.

Pour éclairer un tel problème, il ne nous paraît pas inutile d'analyser d'abord — et en restant volontairement dans le seul domaine forestier — les grands types possibles de classification hiérarchisée.

On peut, tout d'abord, faire des rapprochements « *horizontaux* », c'est-à-dire grouper ensemble les associations forestières d'un même étage, puis, en grimpant dans la hiérarchie, juxtaposer les groupements de deux étages contigus, et ainsi de suite...

Un tel type de classement — qui se situe surtout dans une perspective *dynamique*, peut être qualifié de *climatique*.

Il est possible aussi, de faire des rapprochements « *verticaux* » et de grouper ensemble, en unités compréhensives, des associations de divers étages, mais qui présentent entre elles des affinités dues aux caractères du sol : ce type de classement est donc *édaphique*. On réunira ainsi toutes les associations forestières acidiphiles, toutes les associations subacidiphiles, etc...

∴ C'est dans cet esprit que DOING (H.) (1962) a créé la classe des *Quercu-Piceetea*, qui s'articule ainsi :

<i>Quercu-Piceetea</i>	{	<i>Vaccinio-Piceetalia</i>	{	<i>Betulion tortuosi</i>
			{	<i>Vaccinio-Piceion</i>
			{	<i>Vaccinio-Piceion</i> (p.p.)
			{	<i>Abieti-Piceion</i> (p.p.)
	{	<i>Betulo-Vaccineta</i> <i>uliginosi</i>	{	<i>Piceo-Pinion uncinati</i>
			{	<i>Pino-Ledion palustris</i>
			{	<i>Sphagno-Betulion</i> <i>pubescentis</i>
{	<i>Quercetalia robori-</i> <i>petraeae</i>	{	{	<i>Luzulo--Fagion</i>
				<i>Quercion robori- petraeae</i>

De même, sa classe des *Quercu-Fagetea* paraît ne comprendre que les associations liées à des sols à mull (mésophiles et méso-hygrophiles), à l'exclusion des associations thermo-neutrophiles des *Quercetalia pubescentis*, et, bien entendu, des associations acidiphiles.

On peut, enfin, adopter une classification hiérarchisée *mixte*, où l'on groupe d'abord les associations en fonction de critères édaphiques, en s'en tenant à deux étages contigus, par exemple, et en rassemblant ces groupements édaphiques en une unité compréhensive de type « climatique », correspondant, par conséquent, à deux étages, et ainsi de suite.

C'est ce qu'a fait récemment SOO (R.) (1964), pour certaines forêts hongroises : il a conservé la classe des *Quercu-Fagetea* de BRAUN-BLANQUET, mais a créé, à l'intérieur de cette classe, un ordre nouveau, les *Pino-Quercetalia* qui groupe toutes les associations *acidiphiles* de feuillus ou mixtes, et où l'on rencontre, par conséquent, à la fois les chênaies acidiphiles (*Castaneo-Quercion* de SOO) et les hêtraies acidiphiles (*Deschampsio-Fagion*), qui, jusqu'à présent, comme on l'a déjà souligné, étaient séparées.

Ces brèves considérations vont nous permettre de mieux comprendre la classification adoptée par l'Ecole de Zurich-Montpellier.

IV.3.2. — Le système de classification de l'Ecole de Zurich-Montpellier.

Les défauts que présente ce système sont de trois ordres :

a) *Critères d'une hiérarchie - Foisonnement des associations.*

On doit d'abord constater que les chercheurs se réclamant de l'Ecole de Zurich-Montpellier ont eu trop souvent tendance à donner une place élevée, dans la hiérarchie, à des unités « locales »,

caractérisées par des endémiques; ils ont ainsi créé de nouvelles associations, là où il n'aurait fallu retenir que des « variantes géographiques ». Ce foisonnement des associations, alors même que ces dernières se trouvent réunies dans la même unité, contribue à masquer les affinités d'ordre écologique souvent extrêmement étroites qui relient certaines d'entre elles et à faire croire que tous les groupements appartenant à la même unité sont également « disjoints » les uns des autres, ce qui n'est pas, dans la plupart des cas.

Le tempérament de chaque chercheur, la plus ou moins grande ampleur du domaine qu'il explorait, l'ignorance dans laquelle il était parfois des travaux de ses collègues, ont ainsi abouti à *faire se créer des unités ayant même rang dans la hiérarchie, mais qui, en fait, ne sont pas également compréhensives.*

b) *Critères d'une hiérarchie. La signification des caractéristiques des diverses unités compréhensives.*

Lorsque l'on analyse la signification écologique des caractéristiques de telle ou telle unité et, singulièrement, de telle ou telle alliance, on constate, nous l'avons vu, que l'amplitude écologique de ces espèces est assez étroite: les espèces du *Fagion* sont des espèces mésophiles montagnardes liées à des sols à mull; celles du *Vaccinio-Piceion* sont des mésophiles liées dans les étages montagnard et subalpin à des sols à moder et à mor; celles de l'*Adenostylion* sont, dans ces mêmes étages, des mésohygrophiles liées à des sols colluviaux à mull; celles du *Quercion robori-petraeae* sont des planitiaires mésophiles liées à des sols à moder ou même à mor; etc.

Les données de l'écologie — et singulièrement de la pédologie dont nous ne cesserons de dire l'importance fondamentale — montrent donc que, malgré leur signification écologique profonde, les notions d'alliance, d'ordre, etc. sont restées critiquables et critiquées, parce que l'erreur a été d'englober dans ces unités, dont les espèces caractéristiques correspondent à une écologie étroite, mais souvent ignorée, des sous-unités dont la plupart des espèces ne présentaient que très partiellement l'amplitude écologique des caractéristiques de l'unité compréhensive.

Toute association possédant une certaine hétérogénéité floristique, due essentiellement à l'amplitude écologique plus ou moins grande des espèces qui la composent et à une relative hétérogénéité de son milieu — nous avons déjà insisté sur ces deux points — il était assez facile, lorsqu'il s'agissait de procéder à une classification hiérarchisée, de ne retenir, pour une association donnée, que les espèces caractéristiques de l'unité compréhensive dans laquelle on voulait l'inclure, alors que, souvent, ces espèces ne jouaient qu'un rôle secondaire, dans l'association en cause.

Ainsi donc, par le fait de s'en être tenu à la seule floristique, de ne pas avoir analysé l'écologie des « caractéristiques » des diverses unités, d'avoir, par esprit de système, il faut le dire, choisi et retenu, dans une association donnée, les seules espèces qui facilitaient sa classification, et surtout peut-être, d'avoir négligé et combattu même la notion de « caractéristique stationnelle » pour ne retenir que celle de « caractéristique floristique », les chercheurs de l'Ecole de Zurich-Montpellier ont souvent abouti à des impasses.

Ils se sont ainsi heurtés à la difficulté de classer dans l'alliance du *Fagion* — appellation trop vaste, et nous avons dit pourquoi — les hêtraies acidiphiles, où se trouvent très largement représentées des espèces de moder et de mor qui s'observent effectivement dans les chênaies acidiphiles, alors que les caractéristiques du *Fagion* y sont très rares, et ont envisagé de les inclure dans l'alliance du *Quercion robori-petraeae*, en les considérant comme des formes d'altitude de ces chênaies, ce qui n'était tout de même pas très satisfaisant; ils ont rencontré des difficultés analogues avec les pineraies intra-alpines neutrophiles (alliances de l'*Ononido-Pinion* et du *Erico-Pinion*), incluses dans un ordre qui comprend, pour une très large part, des associations acidiphiles (*Vaccinio-Piceetalia*), etc.

Le fait d'utiliser un terme floristique a abouti, en outre, à certaines ambiguïtés: n'est-il pas un peu choquant de classer dans le *Fagion* des associations, où le hêtre manque ou est très faiblement représenté — naturellement et non par le fait de l'homme — comme le *Myrtillo-Abietetum*, l'*Equiseto-Abietetum*, l'*Abietetum albae*, l'*Adenostylo-Abietetum*? Dans le même ordre d'idées, n'est-il pas anormal d'appeler « *Piceetum* » une association des Pyrénées d'où l'Epicéa est exclu? (5).

Ces anomalies, dont les exemples pourraient être multipliés, sont à l'origine, à notre avis, de l'incompréhension, sinon de l'hostilité, dont ont fait preuve maints esprits à l'égard du système BRAUN-BLANQUET, dont le mérite est grand, cependant, nous l'avons déjà souligné, mais qui peut être amendé et qui ne cesse de l'être d'ailleurs.

Peu à peu, en effet, et à mesure que se sont développées les études écologiques, les chercheurs de cette Ecole ont été amenés à créer de nouvelles unités plus homogènes, en subdivisant les unités originelles trop vastes. Ainsi, on l'a vu, l'alliance du *Fagion* a été divisée en trois sous-alliances, la classe des *Vaccinio-Piceetea* a perdu les pineraies neutrophiles, etc.

Dans l'ensemble cependant, et malgré ces mises au point, une certaine « hétérogénéité générale » subsiste encore dans ce système de classification.

(5) BRAUN-BLANQUET (J.), ROUSSINE Mme), NÈGRE (R.) 1951..

c) *Hétérogénéité générale de la classification de l'Ecole de Zurich-Montpellier.*

Au niveau de l'Alliance, d'abord on constate que certaines de ces unités sont, soit du type climatique, soit du type édaphique, soit du type mixte, sans que des justifications objectives permettent d'expliquer l'appartenance de telle ou telle unité à tel ou tel type de classification.

L'alliance du *Fagion*, par exemple, comprend toutes les associations de l'étage montagnard, c'est-à-dire aussi bien les groupements subacidiphiles à mull de la sous-alliance *Asperulo-Fagion* (ou *Eu-Fagion*) (*Fagetum silvaticae*, *Abieti-Fagetum*, *Aceri-Fagetum*, *Equiseti-Abietetum*) que les groupements neutrophiles de la sous-alliance *Cephalanthero-Fagion* (*Carici-Fagetum*, *Seslerio-Fagetum*, etc.), ou que les groupements acidiphiles de la sous-alliance *Luzulo-Fagion* (*Melampyro-Fagetum*, *Luzulo-Fagetum*, *Deschampsio-Fagetum*, etc.). Le classement est ici de type climatique.

Par contre, l'alliance du *Quercion robori-petraeae* ne comprend que les chênaies acidiphiles (classement édaphique); de même celle du *Vaccinio-Piceion* ne concerne que les associations acidiphiles de résineux de l'étage subalpin, celle de l'*Erico-Pinion* les seules associations neutrophiles résineuses des étages montagnard et subalpin.

Cette hétérogénéité se retrouve forcément dans les unités supérieures:

L'ordre des *Fagetalia silvaticae* englobe les associations de trois étages: planitiaire, collinéen et montagnard, avec toutes les associations de l'étage montagnard (alliance du *Fagion*), mais avec une partie seulement des associations des étages planitiaire et collinéen (alliance du *Fraxino-Carpinion*), puisque le *Quercion robori-petraeae* est rattaché à l'ordre des *Quercetalia robori-petraeae*.

Si l'on ajoute que la plupart des associations thermophiles de l'étage submontagnard forment l'alliance du *Quercion pubescenti-petraeae* incluse dans l'ordre des *Quercetalia pubescentis* et se trouvent ainsi rassemblées en des unités plutôt « climatiques » qu'« édaphiques » (elles sont donc séparées d'associations neutrophiles avec lesquelles elles présentent de très étroites affinités, celles du *Cephalanthero-Fagion*), on saisira mieux le caractère quelque peu incohérent que présente la classification de BRAUN-BLANQUET, tout au moins en ce qui concerne les forêts.

Ce caractère, il faut le souligner, tient beaucoup au fait que la classification originelle qui était incomplète de par la force des choses a été modifiée, le plus souvent améliorée, mais toujours de façon partielle, au fur et à mesure que se développaient les travaux des spécialistes.

IV.3.3. — **Classifications hiérarchisées et non hiérarchisées.**

Si l'on devait peser les mérites respectifs des deux types de classement que nous avons distingués, on pourrait penser, en premier

lieu, que le classement édaphique présente une plus grande « amplitude » que l'autre, en ce sens que le nombre d'associations liées à un type d'humus donné, à travers tous les étages, est probablement plus grand que celui des associations spécialisées édaphiquement dans le même étage, ce qui devrait permettre de distinguer dans le premier cas plus d'unités compréhensives que dans le second.

Seule une analyse de détail qui dépasse l'objet du présent travail permettrait de se faire une idée sur ce sujet, étant noté que des critères véritablement objectifs manquent pour déterminer dans les deux cas, des unités de même valeur (6).

Pour juger, en second lieu, de la « cohérence » de chacun des classements, il faudrait étudier, avec des coefficients de communauté *ad hoc* (en tenant compte, non seulement de la présence des espèces, mais également de leur abondance-dominance) les « degrés d'affinité » existant entre des unités analogues des deux systèmes. Nous essaierons, dans un prochain travail, d'éclairer un tel problème.

Quels que soient les résultats obtenus quant à cette « cohérence », on pourra toujours faire observer que le classement édaphique est, *a priori*, plus artificiel que le classement climatique; ce dernier, en effet, se situe dans une perspective dynamique et facilite la mise en évidence de « séquences génétiques ».

Ce à quoi, certains pourront rétorquer qu'en montagne, la notion de climax unique par étage doit être singulièrement nuancée, — on l'a souligné — et doit plutôt laisser la place désormais à la notion d'essaim de climax.

Mais quels que soient, en définitive, les mérites de l'un ou l'autre classement, ils ont tous deux le défaut d'être hiérarchisés et de masquer, par conséquent, ce fait important, que les associations — sauf celles qui sont hautement spécialisées — sont polydimensionnelles. c'est-à-dire composées de groupes écologiques divers.

C'est la raison pour laquelle il nous a paru préférable, dans le tableau général des associations forestières de la Haute-Maurienne, de faire apparaître ces divers groupes; l'on peut, dès lors, saisir les affinités de tous ordres qui existent entre les divers groupements, et en déduire des schémas qui traduisent ces affinités.

IV.3.4. — Le problème de la nomenclature.

Cette question des affinités serait éclairée, pensons-nous, si la nomenclature adoptée en Phytosociologie en tenait compte davantage.

(6) C'est, en définitive, l'absence de critères objectifs dans le choix des unités, qui est à l'origine de bien des difficultés: une alliance comme le *Quercion robori-patraeae* ne se situe pas au même niveau que son homologue le *Fraxino-Carpinion*, lequel est moins compréhensif que le *Fagion*.

Pour ce faire, on pourrait désigner les Alliances par un terme floristique: celui de l'espèce arborescente caractéristique, dans une région et à une exposition données d'un étage, ou liée étroitement à certaines conditions stationnelles spéciales.

Par exemple, toutes les associations de Pin à crochets formeraient l'alliance du *Pinion uncinatae*, celles du *Quercus sessiliflora*, celle du *Quercion sessiliflorae*, celles du *Fagus silvatica*, le *Fagion silvaticae*, etc. étant entendu que la détermination des associations ne saurait s'appuyer sur le seul critère de la dominance des espèces arborescentes, mais devrait faire appel à une étude floristique et écologique de détail, permettant de fixer avec précision la place du groupement et de faire la part de l'action humaine dans la dominance de tel ou tel arbre.

Cette façon de dénommer les Alliances qui est, dans la plupart des cas, déjà adoptée par l'Ecole de Zurich-Montpellier, mais qui devrait l'être d'une façon plus systématique, permettrait de faire se rapprocher la nomenclature proposée de celle de GAUSSEN où les « séries » sont désignées par le nom d'une espèce arborescente, dans tous les étages forestiers s'entend.

Ceci fait, il serait évidemment indispensable de distinguer, à l'intérieur de ces unités, relativement vastes, des « sous-unités édaphiques ». Dans ce dernier domaine, on peut être tenté d'utiliser encore des termes floristiques, mais le choix s'avère difficile, car l'espèce retenue doit se retrouver dans tous les étages d'une région considérée, tout en étant étroitement liée à un seul type d'humus.

Pour les groupements acidiphiles, *Deschampsio flexuosa* paraît *a priori* une très bonne espèce, puisque, tout en trouvant son optimum sur les moders, elle reste très fréquente et abondante sur les mors et se rencontre de la Chênaie à la Pineraie de Pin Cembro. On parlerait ainsi de *Deschampsio-Quercion sessiliflorae*, de *Deschampsio-Fagion*, de *Deschampsio-Pinion uncinatae*, de *Deschampsio-Pinion Silvestris*, ce qui marquerait bien les affinités existant entre les associations relevant de ces diverses unités.

Pour les groupements neutrophiles, le problème est plus délicat. *Erica carnea* peut passer, *a priori*, pour une bonne espèce, encore qu'elle soit une orophile et s'observe surtout dans les groupements de résineux; mais elle présente le défaut majeur d'avoir une aire extrêmement restreinte en France (de ce point de vue, le terme d'*Erico-Pinetea* n'a vraiment valeur d'image qu'en Europe Centrale). *Calamagrostis varia* serait à lui préférer, avant *Sesleria coerulea*, bien qu'elle soit aussi une orophile.

Ces exemples nous paraissent suffisants, pour montrer, qu'en tout état de cause, l'utilisation d'un terme floristique présente le grave inconvénient de n'être vraiment suggestif, donc utilisable, que dans les limites de l'aire de l'espèce qu'il désigne. Si la chose est acceptable pour les grandes espèces arborescentes, elle ne l'est plus lorsque l'on utilise deux termes floristiques, car l'« aire de ce binôme »

correspond à la partie commune des aires des deux espèces en cause, partie commune, qui risque, dans certains cas, d'être un peu trop restreinte.

C'est la raison pour laquelle nous pensons qu'il est tout de même préférable d'utiliser des termes écologiques — ce qui, d'ailleurs, a parfois été déjà fait, mais trop rarement — car ils permettent d'exprimer de nombreuses nuances et de façon explicite, tout en mettant en relief — et sans limitation d'aire — *les analogies*.

Pour reprendre nos exemples, on parlera de *Neutro-Pinion uncinatae* (à mull ou moder calcique), d'*Acidi-Pinion uncinatae* (à moder ou à mor), de *Subacidi-Quercion sessiliflorae* (à mull forestier), etc.

A ces préfixes, correspondant à des caractères édapho-chimiques, pourront en être adjoints d'autres, définissant des caractères climatiques, plus précisément liés à l'économie de l'eau : par exemple, dans le *Neutro-Fagion*, on pourra distinguer un *Xéro-neutro-Fagion*, un *Méso-neutro-Fagion*, etc.

Si l'on retient sept types d'humus (mull à moder calciques ; mull forestier ; moder ; mor ; anmoor ; mor tourbeux acide ; mor tourbeux calcique) et quatre « échelles » d'économie de l'eau (xéro ; méso ; méso-hygro ; hygro) on obtient, pour une alliance, telle que nous l'avons définie ci-dessus, vingt-huit combinaisons. En fait, toutes ne se rencontrent pas dans la nature, car il y a antinomie entre certaines d'entre elles (les humus formés en milieu saturé d'eau ne peuvent être xériques) ou entre telle espèce arborescente et tel type d'humus (les chênaies, les hêtraies ne se rencontrent pas sur tourbière ; les pineraies de Pin Cembro ou même les pessières ne s'observent pas sur mull calcique, etc.). Leur nombre reste cependant tel, qu'il permet d'« abaisser » les sous-unités, ainsi définies, presque au niveau des associations et des sous-associations. Deux exemples — où nous n'avons pas cherché à être exhaustif — suffiront pour éclairer notre pensée : le *Xéro-neutro-Fagion* comprendrait les associations ci-après : *Seslerio-Fagetum anthericetosum*, *Buxo-Fagetum sous-association* ; le *Méso-neutro-Fagion* comprendrait le *Carici-Fagetum carisetosum albae*, le *Seslerio-Fagetum hylocomietosum*, le *Buxo-Fagetum hylocomietosum*, le *Tilio-Fagetum*, le *Taxo-Fagetum*...

Une telle nomenclature aurait le mérite, nous semble-t-il, de mettre en relief à la fois les « affinités d'étagé » — ou de sous-étagé — par le nom même de l'espèce arborescente servant de désinence, et celles liées au sol et au microclimat. Elle correspondrait à une réalité, puisque, dans toutes les sous-alliances commençant par le même préfixe, se rencontreraient les espèces du même groupe écologique, ou, du moins, la plupart d'entre elles.

IV.4. — PROBLEMES SYLVICOLES

On sait que trois problèmes principaux se posent à l'aménagiste et au sylviculteur dans toute forêt : celui de la *structure* — c'est-à-dire de la répartition des tiges dans l'espace — qui doit être telle, que, sur une surface donnée dite « série », la production soit à peu près constante ou tende à être constante :

— celui de la *régénération*, qui, dans toute la mesure du possible doit être naturelle, être répartie dans l'espace et dans le temps en fonction de la structure et assurer la pérennité du massif, sans à-coups,

— celui, enfin, de la *substitution d'essences qui se pose lorsque* les produits de la forêt naturelle sont médiocrement intéressants du point de vue économique.

En Haute-Maurienne, le forestier cherche à obtenir une structure jardinée, c'est-à-dire celle où l'équilibre entre les diverses classes d'âge est obtenu sur une surface réduite — en général, celle de la parcelle de gestion, soit 15 à 20 hectares, — ce qui permet et implique d'avoir une régénération continue ou à peu près continue dans le temps et discontinue dans l'espace. Cette structure s'impose en grande partie, non seulement à cause des fortes pentes, où l'érosion doit être évitée au maximum, mais aussi parce que l'on observe du bas en haut d'un versant des associations diverses, formant parfois même un véritable puzzle, qu'il ne serait pas possible de traiter par grands ensembles, comme cela se fait, lorsque l'on adopte un aménagement de futaie régulière.

Cette structure se prête d'autre part à tous les assouplissements possibles et permet de tenir compte au maximum des nuances du milieu, du tempérament des essences, en un mot, de l'existence de telle ou telle association : les dimensions d'exploitabilité, l'ampleur des trouées de régénération dépendront ainsi étroitement de l'association rencontrée. Si dans les pineraies de Pin sylvestre — surtout dans l'*Ononido-Pinetum* — les trouées doivent être vastes (diamètre de 50 m par exemple), elles seront plus petites dans la sapinière vraie, où pourra même être pratiqué un jardinage « pied par pied » ; dans la rhodoraie à Pin Cembro, où la régénération est sporadique et jamais par tâches importantes, le martelage sera « ponctuel ».

Il est évident que, pour maîtriser toutes ces structures diverses, le forestier doit pouvoir compter sur une régénération suffisante, lui permettant de régénérer une unité de gestion (parcelle) dans le laps de temps correspondant aux divers âges d'exploitabilité.

On peut dire que, dans l'ensemble, toutes les associations de la Haute-Maurienne, qui sont en équilibre avec le milieu, ne posent pas de problèmes, quant à la régénération des essences arborescentes, à l'exception d'une seule : l'association du Pin-Cembro à *Calamagrostis villosa*. Nous avons déjà dit ce qu'il fallait en penser et les remèdes à apporter, lors de l'étude de ce groupement.

Peut-on améliorer le rendement des forêts de notre haute vallée en introduisant des essences exotiques ? Nous pensons que non, car il se trouve qu'elles sont, dans l'ensemble, composées presque uniquement de résineux dont on sait l'importance économique et que, admirablement adaptées à des conditions écologiques parfois sévères, elles risqueraient de souffrir de toute introduction d'élément étranger.

On peut cependant retenir que des essais de plantation de *Picea omorica*, essence calciphile poussant avec *Erica carnea*, dans une portion très restreinte du territoire de l'Europe méridionale [TREGUBOV (S.) (1934)], pourraient être tentés dans les pineraies de Pin sylvestre et de Pin à crochets, à *Erica carnea*.

Dans les hêtraies méso-xérophiles dont l'importance est d'ailleurs minime, devraient réussir les Sapins méditerranéens (*Abies Nordmanniana* notamment) et le Pin noir d'Autriche. Ces mêmes essences, avec le Cèdre de l'Atlas pourraient aussi être utilisées dans l'étage du Chêne pubescent.

Le problème majeur qui se pose, en définitive, au forestier dans notre dition et qui est apparu lors de l'étude de chaque association est celui de l'équilibre des structures. Lorsque l'on envisage chaque parcelle ou chaque série, il est facile de se convaincre que la répartition des tiges par classe de diamètre ne correspond pas à une exponentielle — qui traduirait cet équilibre — mais à une courbe beaucoup trop convexe. Il y a partout insuffisance de jeunes bois et excès de bois moyens. C'est donc la régénération et la place qu'il convient de lui laisser qui doit appeler toute l'attention du forestier.

Dans ce domaine, la connaissance des associations et des conditions écologiques qui leur sont liées apparaît comme absolument indispensable.

RESUME GENERAL

1° Dans une première partie et pour nous en tenir à l'essentiel, nous avons montré que toutes les associations végétales — sauf peut-être celles hautement spécialisées — ont des affinités dans plusieurs directions.

Ce « caractère polydimensionnel » des groupements, tient essentiellement d'une part et surtout, à la plasticité des diverses espèces végétales qui les composent, c'est-à-dire à l'amplitude qu'elles présentent vis-à-vis de tel ou tel facteur du milieu, d'autre part à la relative hétérogénéité de ce dernier.

2° Pour traduire un tel caractère, il nous a paru essentiel de faire appel à la notion de groupe écologique, la coexistence de divers groupes ou portions de groupes dans une même association permettant à la fois de caractériser cette dernière et de mettre en évidence toutes les nuances du milieu dans lequel elle se développe et ce dans une double perspective de statique et de dynamique végétale.

3° Ce faisant, nous devons renoncer à la classification classique en alliances, en ordres et en classes de BRAUN-BLANQUET, car cette classification, comme nous l'avons montré, masque précisément le caractère « polydimensionnel » des groupements en ne mettant en évidence que les espèces appartenant aux diverses unités compréhensives dans lesquelles se trouve placée une association donnée et en rejetant dans la foule plus ou moins anonyme des compagnes, des espèces qui sont pourtant caractéristiques d'autres unités et dont l'intérêt écologique ne doit donc pas être négligé.

4° Nous avons cependant cru utile de rattacher dans toute la mesure du possible, les divers groupes définis par rapport à certains grands facteurs écologiques décisifs, aux unités du système BRAUN-BLANQUET. Nous avons ainsi pu montrer que, derrière les termes purement floristiques de ce système — en particulier ceux désignant les alliances — se cachait une réalité écologique profonde. Cette correspondance a été forcément limitée aux espèces rencontrées dans notre territoire d'étude — tout au moins à la plupart d'entre elles.

5° Après avoir défini les grands traits écologiques qui caractérisent la Haute-Maurienne, nous avons analysé, et en termes à la

fois floristiques et écologiques, les associations forestières de cette région, y compris celles — hêtraies et chênaie pubescente — qui font le passage entre le monde préalpin et le monde intra-alpin.

6° Il s'est avéré que les groupes écologiques que nous avons préalablement définis se sont articulés dans les associations décrites, de façon parfaitement cohérente, c'est-à-dire qu'il nous ont permis, chaque fois, d'expliquer les nuances du milieu dans lequel se développent les dites associations.

7° Ces nuances du milieu ont été analysées — bien que parfois de façon fragmentaire, et nous avons dit pourquoi — à l'aide d'analyses pédologiques et climatiques de l'air et du sol. Il est ainsi apparu que le micro-climat du sol — traduit en température et en potentiel capillaire — surtout dans ses premiers centimètres, avait une importance capitale, ce qui ne peut faire négliger pour autant l'influence de son chimisme.

Cette analyse est, en outre, venue justifier la définition écologique des divers groupes que nous avons retenus.

8° Tout au long de notre travail, nous avons pu montrer les remarquables affinités que présente la Haute-Maurienne avec d'autres vallées internes des Alpes Centrales, notamment le Valais et même l'Engadine.

La grande similitude — pour ne pas dire l'identité de composition floristique des diverses associations forestières de ces vallées distantes pourtant de plusieurs dizaines de kilomètres et séparées entre elles par de puissants barrages montagneux, vient renforcer, à notre avis, la notion même d'association végétale, critiquée par certains; elle montre, en effet, que l'association correspond bien à une réalité incontestable, mais évidemment complexe et variable comme toute chose vivante et ayant une histoire.

9° Nous avons donné quelques chiffres concernant les productions des principales associations étudiées sans alourdir le texte des données proprement dendrométriques qui nous ont permis de les obtenir (résultats des sondages à la tarière de PRESSLER — calcul des droites de régression donnant les accroissements en diamètre en fonction de ce dernier), car ce problème sortait du cadre de notre étude.

10° En conclusion, nous avons pris une vue d'ensemble des grands facteurs écologiques qui permettent « d'expliquer » les associations décrites, ce qui nous a permis, au passage, de développer quelques brèves idées générales sur la notion de climax, en montagne.

Nous avons ensuite abordé, dans un esprit de synthèse, l'importante question de la classification des unités phytosociologiques et mis en relief les raisons pour lesquelles le système de classifi-

cation adopté par l'Ecole de Zurich-Montpellier reste critiquable, bien que les notions de classe, d'ordre et surtout d'alliance correspondent à une réalité écologique. Nous avons esquissé une solution à ce problème en nous en tenant volontairement à quelques grandes lignes.

Nous avons enfin effleuré, de façon très condensée, les problèmes sylvicoles qui se posent au forestier en Haute-Maurienne, problèmes au demeurant assez faciles à résoudre, étant donné que les forêts, presque toutes composées uniquement de résineux, présentent, de ce fait, un intérêt économique indéniable, encore que l'on puisse regretter leur faible croissance. Mais dans ce dernier domaine, la Nature est fort contraignante et les progrès à envisager dans un avenir pas trop lointain résulteront directement de l'amélioration même des structures sylvicoles, actuellement un peu déséquilibrées.

BIBLIOGRAPHIE

- AICHELE (D.) et SCHWEGLER (H.W.). — 1956 — Unsere Moos- und Farnpflanzen.
Stuttgart. 181 p.
- AICHINGER (E.). — 1952 — Die Rotbuchenwälder als Waldentwicklungstypen.
Angewandte Pflanzensoziologie.
Veröffentlichungen des Instituts für Angewandte Pflanzensoziologie
des Landes Kärnten. **5**, 106 p. Vienne.
- AICHINGER (E.). — 1952 — Fichtenwälder und Fichtenforste als Waldentwicklungstypen.
Angewandte Pflanzensoziologie. **7**, 178 p. Vienne.
- AICHINGER (E.). — 1952 — Rotföhrenwälder als Waldentwicklungstypen.
Angewandte Pflanzensoziologie. **6**, 68 p. Vienne.
- ALLIONI (C.). — 1785 — Flora pedemontana. Torino.
- ALLORGE (P.). — 1921-1922 — Les associations végétales du Vexin français.
Revue gén. de bot. - Thèse. Paris.
- ANNE. — 1945 — Dosage rapide du carbone organique des sols.
Ann. Agr., **2**: 161-172.
- ARENES (J.). — 1955 — A propos de quelques groupements végétaux relictuels
de la Provence et de la Corse.
Mémoires de la Soc. de Biogéographie. Nlle Série, **2**: 29-49.
- AUER (Ch.). — 1947 — Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der
Lärche in Arven - Lärchenwald des Oberengadins.
Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, **21** (1): 7-140. Zürich.
- BACH (R.), KUOCH (R.), IBERG (R.). — 1954 — Wälder der Schweizer Alpen
im Verbreitungsgebiet der Weisstanne. Entscheidende Standortsfactoren
und Böden.
Mitt. der Schweiz. für das forstl. Versuchswesen, **30**: 261-314. Zürich.
- BACH (R.), KUOCH (R.), MOOR (M.). — 1962 — Die Nomenklatur der Pflanzengesellschaften.
Mitt. flor. soz. Arbeitsgem. N.F. **9**: 301-308.
- BAGNOULS (F.) et GAUSSEN (H.). — 1953 — Saison sèche et indice xérothermique.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, **88**: 193-239. Toulouse.
- BALSEINTE (R.). — 1955 — La pluviosité en Savoie.
Rev. Géog. alpine, **43**: 299-355.
- BARTOLI (C.). — 1954 — Sur les peuplements de pins à crochets de la Haute-Maurienne.
8^e Congrès Int. Bot. Section 13. 45-48.
- BARTOLI (C.). — 1955 — Note sur le *Calamagrostis villosa* (Chaix) Mute! en Haute-Maurienne.
Monde des Plantes. **316**.
- BARTOLI (C.). — 1961 — Aperçu d'ensemble sur les Groupements forestiers de la Haute-Maurienne.
87^e session extraordinaire en Savoie.
Bull. Soc. bot. Fr., **108**: 70-79.

- BARTOLI (C.). — 1962 — Première note sur les Associations forestières du Massif de la Grande-Chartreuse.
Annales E.N.E.F. et Stat. Rech. et Exp., **19**, fasc. 3: 328-372.
- BARTOLI (C.). — 1962 — Chronique botanique. A propos d'une thèse récente sur les forêts acidophiles du Jura.
Rev. For. Fr., n° 2: 134-140.
- BEAUVERD (G.). — 1911 — Herborisation de la Société Botanique en Maurienne des 13 et 15 avril 1911.
Bull. Soc. bot. Genève, 2^e Série: 195-232.
- BEAUVERD (G.). — 1921 — Sur la flore vasculaire des environs de Modane, de Bardonnèche et de Suse (Massif du Cenis).
Bull. Soc. bot. Genève, 115-184.
- BEGER (H.). — 1922-1923 — Assoziationsstudien in der Waldstufe des Schanfiggs: Jahresber. *Naturl. Ges. Graubündens* 61 und 62. Chur.
- BENEVENT (E.). — 1926 — Le Climat des Alpes françaises (Mémorial de l'O.N.M. de France).
435 p. Paris.
- BERTSCH (K.). — 1959 — Moosflora von Südwestdeutschland.
Ed. E. Ulmer, 234 p.
- BLANCHARD (R.). — 1943 — Les Alpes occidentales. **3.** « Les Grandes Alpes françaises du Nord ». Grenoble.
- BLANCHARD (R.). — 1945 — Les Alpes occidentales. **4.** Les Préalpes françaises du Sud. I.
561 p. Grenoble - Paris.
- BLANCHARD (R.). — 1956 — Les Alpes occidentales. Essai d'une synthèse.
605 p. Grenoble - Paris.
- BLONDEL (R.). — 1941 — La végétation forestière de la région de Saint-Paul, près de Montpellier.
Communication n° 79 de la S.I.G.M.A.
- BOUET (M.). — 1950 — La pluie en Valais.
Bull. de la Murithienne. Fasc. **67**: 22 p.
- BOUET (M.). — 1954 — Notice sur le climat de Sierre.
Annales de la Soc. suisse de Balnéologie et de Climatologie. **43**: 97-106.
- BOUVIER. — 1863 — Histoire de la botanique savoyarde.
Bull. Soc. bot. Fr. 644-675.
- BRAUN-BLANQUET (J.). — 1922 — Une reconnaissance phytosociologique dans le Briançonnais.
Bull. Soc. Bot. de Fr., 69, 5^e s., 78-103.
- BRAUN-BLANQUET (R.), JENNY (H.). — (1926 — Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der Alpenstufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae).
Ergeb. d. Wissensch. Unters. d. Schweizer Nationalparks.
Denkschr. d. Schweiz. Nat. Ges. 2.
- BRAUN-BLANQUET (J.) et SUSPLUGAS (J.). — 1937 — Reconnaissance phytogéographique dans les Corbières. *SIGMA*. Comm. 61.
- BRAUN-BLANQUET (J.), SISSINGH (G.), VLIÉGER (J.). — 1939 — Prodomus der Pflanzengesellschaften. Fasc. 6. Klasse der Vaccinio-Piceetea.
Comité Intern. du Prodomus phytosociologique.
- BRAUN-BLANQUET (J.). — 1948 — La végétation alpine des Pyrénées orientales.
Monografía de la Estación de Estudios Pirenaicos y del Instituto Español de edafología, ecología y fisiología vegetal.
Barcelone, 306 p. 1948.
- BRAUN-BLANQUET (J.) et RICHARD (R.). — 1949 — Groupements végétaux et sols du bassin de Sierre.
Bull. de la Murithienne. **66**: 106-134.

- BRAUN-BLANQUET (J.). — 1950 — Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätens.
Vegetatio. Acta Geobotanica. Vol. II, fasc. 2-3.
- BRAUN-BLANQUET (J.), ROUSSINE (Mme), NÈGRE (R.). — 1951 — Les groupements végétaux de la France méditerranéenne.
298 p. *C.N.R.S.*
- BRAUN-BLANQUET (J.). — 1951 — Pflanzensoziologie. Grundzüge der vegetationskunde.
Springer Edit. Wien, 2^e édit. 631 p.
- BRAUN-BLANQUET (J.). — 1953 — Essai sur la végétation du Mont Lozère comparée à celle de l'Aigoual.
Bull. Soc. Bot. Fr., **100**, 1953.
80^e Session extraordinaire (1952). 45-59.
- BRAUN-BLANQUET (J.). — 1954 — La végétation alpine et nivale des Alpes françaises.
S.I.G.M.A. Comm. n° 125, 70 p. Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET (J.), PALLMANN (H.), BACH (R.). — 1954 — Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. II. Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (*Vaccinio-Piceetalia*).
Druck Luder - A.G. Liestal, 200 p.
- BRAUN-BLANQUET (J.). — Zur Vegetation der Nordbündnerischen Föhrentäler.
S.I.G.M.A. Comm. n° 146, p. 235-249. Montpellier.
- BRAUN-BLANQUET (J.). — 1961 — Die inneralpine Trockenvegetation von der Provence bis zur Steiermark.
G. Fischer. Edit. 273 p. Stuttgart.
- BRAY et WILLHITE. — 1929 — *Ind. Eng. Chem. Anal.* 144 p.
- BRIQUET (J.). — 1895 — Notes sur la flore du Massif de Plate.
Ed. Burkhardt. Genève.
- CARIOT et SAINT-LAGER. — 1897 — Botanique élémentaire, descriptive et usuelle. **21** Flore descriptive du bassin moyen du Rhône et de la Loire.
Vitte. 1027 p. Lyon.
- CARLES (J.). — 1948 — Géographie botanique.
P.U.F. 126 p. Paris.
- CARLES (J.). — 1953 — A travers le Velay.
Bull. Soc. Bot. Fr. **100**. 80^e session extr. (1952) dans les Cévennes et dans les Causses. 59-67.
- CHABERT. — 1859 — Etudes sur la géographie botanique de la Savoie.
Bull. Soc. bot. Fr. **6**.
- CHABERT. — 1860 — Esquisse de la végétation de la Savoie.
Bull. Soc. bot. Fr. **7**.
- CHABERT. — 1883 — Recherches botaniques dans les Alpes de la Maurienne.
Bull. Soc. bot. Fr. 2-19.
- CHAIX (G.). — Diplôme d'études supérieures de botanique sur la région du Lautaret.
Lab. Biol. Végét. Marseille. (D.E.S.).
- CHODAT (R.). — 1894 — Remarques de géographie botanique relatives aux plantes récoltées dans les vallées de Bagnes et de la Viège et au Simplon.
Bull. Soc. bot. Fr. **41**, 3^e série. I. 278-310.
- CHRIST (H.). — 1879 — Das Pflanzenleben der Schweiz.
Zurich.
- CLEMENTS (F.). — 1916 — Plant succession. An analysis of the development of vegetation.
Carnegie Inst. of Washington, n° 242, 512 p. Washington.
- CONVERT (B.H.). — 1896-1921 — Herborisation en Maurienne et en Tarentaise.
Ann. Soc. bot. Lyon. 103 p.

- COUTAGNE. — 1942 — L'évaporation du sol et le déficit d'écoulement considérés du point de vue hydrographique, agronomique et climatologique. *La Météorologie. Juillet-décembre 1942.* 150-176.
- CUSSET (G.). — 1964 — Les forêts du versant Sud des Monts Dore. Essai phytosociologique. *Ann. Sc. For.*, **20**, fasc. 1. 85-165.
- DANSEREAU (P.). — 1954 — L'efficacité du climat et les inhibitions édaphiques. *VIII^e Cong. inter. Bot.* Paris. Section 7. 100.
- DEB (B.C.). — 1950 — *Journ. of Soil Sc.* I, p. 212.
- DEBAZAC (E.). — 1964 — Manuel des conifères. 172 p.
- DEMOLON (A.). — 1952 — Principes d'Agronomie. I. La dynamique du Sol. Paris.
- DENARIÉ (M.). — 1920 — Observations sur les colonies de Plantes méridionales de la Maurienne. *Bul. Soc. bot. Fr.* **57**.
(Session extraordinaire au Mont-Cenis).
- DOIGNON (P.). — 1955 — Flore des mousses de la plaine française. in La Forêt de Fontainebleau. Recherches sur son sol, sa Faune, sa Flore. *Ass. Nat. vallée du Loing.* **12**, p. 544. Fontainebleau.
- DOING (H.). — 1962 — Systematische Ordnung und floristische Zusammensetzung Niederländischer Wald- und Gebüschgesellschaften. North-Holland publishing Company. 85 p. Amsterdam.
- DROUINEAU (G.) et GOUNY (P.). — 1947 — Contribution à l'étude du dosage de l'azote nitrique par la méthode Dewarda. *Ann. Agr.* **2**.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1948 — Recherches écologiques sur la Chênaie atlantique française. *Ann. de l'E.N.E.F. et Stat. Rech. et Exp.* **332** p. **11**, fasc. 1. Nancy.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1950 — Recherches sur l'évolution des sols calcaires en Lorraine. *Ann. de l'E.N.E.F. et Stat. Rech. et Exp.* **13**, fasc. 2, p. 97-153. Nancy.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1952 — Etudes sur l'Ecologie et la Sylviculture du Mélèze (*Larix europaea* D.C.). Pédologie et Facteurs biotiques. *Ann. de l'E.N.E.F. et Stat. Rech. et Exp.* **13**, fasc. 1, p. 135-199.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1952 — Les espèces calcicoles et calcifuges. *Rev. For. Fr.*, p. 301-305.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1957 — Pédologie. Tableaux descriptifs et analytiques des sols. Ecole Nat. des Eaux et Forêts. 87 p.
- DUCHAUFOR (Ph.), JACAMON (M.), DEBAZAC (E.F.), PARDÉ (J.). — 1958 — Un exemple d'utilisation pratique de la cartographie des stations: la forêt du Ban d'Étival (Vosges). *Rev. For. Fr.*, p. 597-629.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1959 — La dynamique du sol forestier en climat atlantique. Fonds de Recherches forestières de l'Université Laval-Québec.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1960 — Stations, types d'humus et groupements écologiques. *Rev. For. Fr.*, n° 7, p. 484-494.
- DUCHAUFOR (Ph.). — 1960 — Précis de pédologie. 438 p. Masson et Cie. 2^e édition. 481 p. 1965.
- DUCHAUFOR (Ph.) et BONNEAU (M.). — 1960 — Les sols de la hêtraie en Europe occidentale. *Bull. Inst. Agro. et des Stat. de Rech. de Gembloux.* Série extraordinaire éditée à l'occasion du centenaire de l'Institut Agronomique de l'Etat. Vol. I, p. 59-74.

- DUVIGNEAU (P.). — 1946 — La variabilité des associations végétales.
Bull. de la Soc. Royale de Bot. de Belgique. **78**: 107-134.
- DUVIGNEAU (P.). — 1955 — Etudes écologiques de la végétation en Afrique
Tropicale.
Ann. biol. **31**, fasc. 5-6, 375-392.
- ELLENBERG (H.). — 1953 — Führt die alpine Vegetations- und Bodenentwick-
lung auch auf reinen Karbonatgesteinen zum Krumseggenrassen (*Cari-
cetum curvulae*).
Ber. deutsch. Bot. Ges.
- ELLENBERG (H.). — 1954 — Kausalanalyse der Beziehungen zwischen Acker-
unkraut Gesellschaften und Boden.
VIII^e Congr. intern. Bot. Section 7, 39-40, Paris.
- ELLENBERG (H.). — 1954 — Zur Entwicklung der Vegetationssystematik in
Mitteleuropa.
Angewandte Pflanzensoziologie. Springer Ed. N° spécial, Vienne.
- ELLENBERG (H.). — 1963 — Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stutt-
gart.
- ELLENBERGER. — 1958 — Etude géologique du pays de Vanoise.
Mém. Soc. Carte Géol. 561 p.
- EMBERGER (L.). — 1930 — La végétation de la région méditerranéenne. Essai
d'une classification des groupements végétaux.
Rev. Gén. Bot. **42**.
- EMBERGER (L.). — 1932 — Sur une formule climatique et ses applications en
botanique.
La Météorologie. N° 92-93. Paris.
- EMBERGER (L.). — 1942 — Un projet d'une classification des climats du point
de vue phytogéographique.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. **77**: 97-124.
- EMBERGER (L.). — 1943 — Les limites de l'aire de végétation méditerranéenne en France.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. **78**.
- EMBERGER (L.). — 1953 — La végétation de l'Italie d'après A. GIACCOBE et
remarques sur la méthode en géographie botanique écologique.
*Recueil des Travaux du Labo. de Bota. Géol. et Zool. de la Fac. de
Montpellier. Série Bota.* Fasc. 6.
- EMBERGER (L.). — 1954 — Projet d'une classification biogéographique des
climats in « Les divisions écologiques du monde ».
Colloques Intern. C.N.R.S., 249-255. Paris.
- EMBERGER (L.). — 1958 — Principes de la méthode de travail du Service de
la Carte des Groupements végétaux du C.N.R.S.
Bull. du Ser. Carte Phytogéographique. Série B. **3**, fasc. 2, 91-99.
- EMBERGER (L.). — 1959 — La cartographie de la végétation et les services
qu'elle peut rendre à l'Agronome.
Cahiers des Ing. Agron., n° 130, 17-21. Paris.
- ERHENDORGER (F.). — 1954 — Gedanken zur Frage der Struktur und Anord-
nung der Lebensgemeinschaften.
Angewandte Pflanzensoziologie. Springer Verlag. I. 151-167. Vienne.
- ETTER (H.). — 1943 — Pflanzensoziologische und Bodenkundliche Studien
an schweizerischen Laubwäldern.
Mitt. der Schweiz. Anst. für forstl. Versuchswesen. 132 p. Zurich.
- ETTER (H.). — 1947 — Über die Waldvegetation am Sudostrand des Schwei-
zerischen Mittellandes.
Mitt. der Schweiz. Anst. für forst. Versuchswesen.
- EVARD et CHERMEZON. — 1917 — Sur la flore de la Haute-Tarentaise.
Bull. Soc. bot. Fr.
- 1918 — La végétation de la Haute-Tarentaise.
Bull. Soc. bot. Fr.

- FABER, GAISBERG, HAUFF, SCHLENKER, KREH, OBERDÖRFER, SCHÖNAR. — 1954 — Die ökologischen Artengruppen.
Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, n° 125.
- FAVARGER (C.). — 1958 — Flore et végétation des Alpes. Etage subalpin. Delachaux et Niestlé. 275 p.
- FAVARGER (C.). — 1960 — Les enclaves de végétation acidophiles dans le Jura et le problème du climat. Rapports du Sol et de la Végétation. Masson et Cie. Paris, 104-109.
- FLAHAULT (Ch.). — 1897 — Rapport sur les herborisations de la Société botanique de France et sur quelques excursions faites hors session, aux mois d'août et de septembre 1897, dans la vallée de l'Ubaye.
Bull. Soc. Bot. Fr. **44**, 3^e série, 156-268.
- FLAHAULT (Ch.). — 1901 — La flore et la végétation de la France. Introduction à la Flore descriptive et illustrée de la France de l'abbé H. Coste. 1-52. Paris.
- FOURCHY (P.). — 1944 — Remarques sur la question du déboisement des Alpes.
Revue de Géographie Alpine. **22**, fasc. 1, 113-128.
- FOURCHY (P.). — 1951 — Les peuplements forestiers de l'Oisans. Les essences qui les composent et leur répartition.
Ann. de l'E.N.E.F. et de la Sta. de Rech. et Exp. **12**, fasc. 2, 412-465.
- FOURCHY (P.). — 1952 — Etudes sur l'Ecologie et la Sylviculture du Mélèze (*Larix europaea* D.C.). Ecologie du Mélèze particulièrement dans les Alpes françaises.
Ann. de l'E.N.E.F. et Stat. Rech. et Exp. **13**, fasc. 1, 133 p.
- FOURNIER (P.). — 1961 — Les quatre flores de France.
Ed. P. Lechevalier. Paris. 1106 p.
- FRANZ (H.). — 1954 — Die Verschmelzung von Bodenkunde und ökologie in der wissenschaftlichen Erfassung des Gesamtstandortes.
Angewandte Pflanzensoziologie. **1**. 255-273.
- FURRER (E.). — 1955 — Problem um den Rückgang der Arve in den Schweizer Alpen.
Mitt. der Schweiz. Anst. für das forstl. Versuchswesen, **31**, 3 Heft. 669-705. Zurich.
- GAMS (H.). — 1939 — Chronica botanica. 133.
- GAMS (H.). — 1957 — Kleine Kryptogamenflora. Band IV. *Moos und Farnpflanzen*. 4^e édit. Stuttgart.
- GANDOGER (M.). — 1890 — Voyage botanique au Mont-Cenis.
Bull. Soc. bot. Fr.
- GAUSSEN (H.). — 1926 — Végétation de la moitié orientale des Pyrénées - Sol, climat, végétation.
Thèse Fac. Sc. Paris. 560 p. Toulouse.
- GAUSSEN (H.). — 1949 — Utilisation des plantes sociales pour établir les conditions de milieu.
C.R. Acad. Agri. Fr. **35**, n° 12, 547-548.
- GAUSSEN (H.). — 1951 — La cartographie des précipitations annuelles des Alpes occidentales.
Bull. Soc. Bot. Fr., **98**, 10, 117-118.
- GAUSSEN (H.) et BAGNOULS (F.). — 1953 — Saison sèche et indice xérothermique. Documents pour les cartes des productions végétales. Série généralités. Cartographie des limites écologiques. Art. VIII.
Ed. Privat, 47 p. Toulouse.
- GAUSSEN (H.). — 1953 — La Hêtraie sans hêtre.
Rev. For. Fr., 650-652.
- GAUSSEN (H.). — 1954 — Théories et classification des climats et microclimats.
VIII^e Cong. Int. Bot. Section 7, 125-130.
- GAUSSEN (H.). — 1954 — Géographie des plantes.
223p. A. Colin, 2^e édit. Paris.

- GAUSSEN (H.). — 1955 — Expression des milieux par des formules écologiques. Leur représentation cartographique. Les Divisions Ecologiques du Monde.
C.N.R.S., 257-269.
- GAUSSEN (H.). — 1963 — Ecologie et Phytogéographie.
in Précis de Botanique. Masson et Cie. 927-972.
- GODEFROY (R.). — 1940 — La nature alpine.
Arthaud, Edit. Grenoble, 445 p.
- GOODALL (D.). — 1954 — Vegetational Classification and Vegetational Continua.
Angewandte Pflanzensoziologie. Springer Verlag. N° spécial. 1: 168-182. Wien.
- GOUNOT (M.). — 1956 — A propos de l'homogénéité et du choix des surfaces de relevé.
Bull. du Serv. de la Carte phytogéogr. Série B, 1, fasc. 1, 7-17.
- GROS (A.). — 1935 — Dictionnaire étymologique des noms de lieu de la Savoie.
Belley. Impr. Chaduc. 627 p.
- GUILLAUME (A.). — 1957 — La flore méditerranéenne en France.
Bull. Soc. Bot. Fr., 104, 1-15, 106 353-358.
- GUINIER (Ph.). — 1951 — Savoie: Bornes, lac d'Annecy, Tarentaise.
Bull. Soc. Bot. Fr., 98, 10, 92-97.
- GUINIER (Ph.). — 1951 — Aperçu géobotanique et forestier sur les Alpes françaises.
Bull. Soc. Bot. Fr., 98, 10, 85-92.
- GUINIER (Ph.). — 1951 — Pour comprendre les forêts des Alpes.
Bull. Soc. Bot. Fr., 98, 10, 32-37.
- GUINIER (Ph.) et POURTET (J.). — 1951 — Les variations du *Pinus montana* Miller, du Tyrol au Briançonnais.
Bull. Soc. Bot. Fr., 98, 123-127.
- GUINOCHET (M.). — 1938 — Etudes sur la végétation de l'étage alpin dans le bassin supérieur de la Tinée (A.M.).
Thèse. Lyon. 458 p.
- GUINOCHET (M.). — 1939 — Végétation des étages montagnard et subalpin dans le bassin du Giffre.
Revue Gén. Bot., 51.
- GUINOCHET (M.). — 1946 — Phytosociologie et Sylviculture.
Bull. Soc. For. Franche-Comté. 4. Décembre 1947.
- GUINOCHET (M.). — 1954 — Nomenclature phytosociologique. Remarques et recommandations.
VIII^e Congrès inter. Bot. Sections 7 et 8. 15-20. Paris.
- GUINOCHET (M.). — 1955 — Logique et dynamique du peuplement végétal.
Masson et Cie. 143 p. Paris.
- GUINOCHET (M.) et CASAL (P.). — 1957 — Sur l'analyse différentielle de Czekanowski et son application à la Phytosociologie.
Bull. du Serv. Carte Phytogéographique. Série B, 2, fasc. 1, 25-33.
- GUYOT (H.). — 1921 — Contribution phytogéographique sur le versant méridional des Alpes pennines.
Bull. Soc. bot. Genève. XIII.
- GUYOT (L.). — 1951 — Les excréments racinaires toxiques chez les végétaux.
Bull. techn. d'inform. Ingén. Serv. agricoles. 59. Mai 1951.
- GUYOT (L.). — 1954 — Effets antibiotiques provoqués par des lichens et des végétaux supérieurs. Répercussion sur l'équilibre fungique de profondeur et l'équilibre phanérogamique de surface.
VIII^e Congrès Inter. Bot. Sections 21 à 27, 47-52.
- HARTMANN (F.). — Forstökologie.
Zustanderfassung und standortsgemässe Gestaltung der Lebengrundlagen des Waldes.
Edit. G. Fromme. 460 p. Vienne.

- HEGI. — 1931 — Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 12 vol.
- HEIM (R.). — 1922 — La végétation du bois de la Madeleine et des îlots arbustifs du Col du Lautaret.
Bull. Soc. Bot. Fr., **69**, 4^e Série, 61-77.
- HENIN (S.). — 1936 — Idées actuelles sur l'eau du sol et ses rapports avec la plante.
Ann. Agr. **5**, 723-741.
- HORVAT (I.). — 1959 — Sistematski odnosi termofilnih hrastovih i borovih suma jugoistočne Evrope - Wärmeliebende Eichen - une Kiefernwald der Südosteuropas in systematischer Betrachtung.
Biol. Galsn. **12**, 1-40. Zagreb.
- HUMBERT (H.). — 1951 — Dauphiné méridional: vallée de la Durance, Briançonnais, Gapençais, Dévoluy, Trièves.
Bull. Soc. Bot. Fr. **98**, 10, 109-116.
- IABLOKOFF (A.Kh.). — 1953 — Un carrefour biogéographique. Le massif de Fontainebleau. Ecologie des réserves.
S.E.D.E.S. 98 p. Paris.
- ISSLER (E.). — 1931 — Les associations silvatiques haut-rhinoises. Classification sociologique des forêts du département du Haut-Rhin, à l'exclusion du Sundgau et Jura alsacien.
Bull. Soc. Bot. Fr. **78**, 62-142.
- JOVET (P.). — 1949 — Le Valais. Phytosociologie et phytogéographie.
S.E.D.E.S. 389 p. Paris.
- KLAPP (E.). — 1952 — Taschenbuch der Gräser.
P. Parey, Ed. 220 p. Berlin.
- KLEBELSBERG (R.). — 1952 — Die Fehlgebiete der Arve in den Schweizer Alpen.
Beri. Schweiz. Bot. Gesellsch. **62**.
- KUBIENA (W.L.). — 1953 — The soils of Europe, illustrated diagnosis and systematics.
Th. Murby, edit. Londres.
- KUOCH (R.). — 1954 — Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weisstanne.
Sonderabdruck aus den Mitt. der Schweiz. Anst. das forstl. Versuchswesen. 233-260. Zurich.
- KUOCH (R.). — 1957 — I. Vegetationskundliche Schulen. - II. Die Standortstypenbildung.
Mitt. der Schweiz. Anst. für das forstl. Vers. Zurich. **32**, fasc. 8, 418-456.
- LACHAUSSÉE (E.). — 1947 — La régénération de l'épicéa en haute montagne.
Rev. E.F., 281-302. Mai 1947.
- LE BRUN (P.) et OFFNER (J.). — 1956 — Un siècle de floristique à travers les Alpes françaises.
Bull. Soc. bot. Fr., **5-6**, 298-375.
- LE BRUN (P.). — 1919 — Espèces et localités nouvelles de phanérogames pour les Alpes de la Savoie et du Dauphiné.
Bull. Soc. bot. Fr., **66**.
- LE BRUN (P.). — 1923 — Une graminée nouvelle pour la flore française (*Sesleria microcephala* D.C.) et quelques localités inédites de plantes peu communes pour le Sud-Est de la France.
Bull. Soc. bot. Fr. **70**.
- LE BRUN (P.). — 1923 — Un siècle de floristique à travers les Alpes françaises. Additions et corrections.
Bull. Soc. bot. Fr. **104** (5-6).
- LEIBUNDGUT (H.). — 1951 — Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz.
104 p. Berne.

- de LEIRIS (H.). — 1961 -- Le *Calamagrostis villosa* Chaix (Mutel) en Haute-Savoie.
Bull. Soc. Bot. Fr. 108^e année, 87^e sess. extra. Savoie.
- de LEIRIS (H.). — 1965 — Stations savoyardes nouvelles de *Calamagrostis villosa*.
Monde des plantes. 349, 8-9.
- LEMÉE (G.). — 1937 — Recherches écologiques sur la végétation du Perche.
Thèse Fac. Sc., 389 p. Paris.
- LEMÉE (G.). — 1946 — Etude phytosociologique sur la forêt de la Comté d'Auvergne. Genèse des sols alpins du massif des Monts-Dores.
Comm. n° 92 b S.I.G.M.A. 28 p. Montpellier.
- LEMÉE (G.). — 1954 — Phytosociologie et Pédologie.
VIII^e Congrès inter. Bot. Paris. Section 7, 33-38.
- LENOBLE (F.). — 1923 — La légende du déboisement des Alpes.
Revue de Géogr. alpine. 11: 5-116.
- LENOBLE (F.). — 1926 — A propos des associations végétales.
Bull. Soc. bot. Fr. 73: 873-893.
- de LITARDIÈRE. — 1934 — Contribution à l'étude biogéographique de quelques graminées de l'élément oriental des Alpes de Savoie et du Dauphiné.
Ann. Univers. Grenoble. 261-273.
- LOETSCH (F.). — 1953 — Massenzuwachsermittlung durch Bohrspanproben unter Anwendung mathematisch. statistischer Methoden. — *Zeitschrift für Weltforstwirtschaft*, 77-98..
- LUDI (W.). — 1945 — Besiedlung und Vegetatisentwicklung auf den jungen Seitenmoränen des grossen Aletschgletschers.
Veröff der Geob. Inst. Rübel in Zurich. 35-112.
- LUQUET (A.). — 1926 — Les Associations végétales des Monts-Dores d'Auvergne.
Thèse, 263 p. Paris.
- MANIL (G.), COLLIN (E.), EVRARD (R.), GRUBER (R.). — 1953 — Les sols forestiers de l'Ardenne. Le plateau de Saint-Hubert - Nassogne.
Bull. Inst. Agro. et des Stat. Rech. Gembloux. 21 (3-4).
- MATHEY (A.). — 1911 — Régénération de l'épicéa dans les Hautes régions.
Bull. Sté For. Franche-Comté. 169 et s.
- MATHON (Cl.Ch.). — 1958 — La vie des plantes.
Presses Univers. 125 p.
- MEUSEL (H.). — 1940 — Die Grasheiden Mitteleuropas.
Bot. Arch.
- MEYER (H.A.). — 1942 — Methods of Forest Growth Determination.
Bulletin 435.
Pennsylvania State College - School of Agriculture.
- MEYER (H.A.). — 1952 — Accuracy of Forest Growth Determination based on the measurement of Increment Cores.
Bulletin 547. Pennsylvania State College, School of Agriculture.
- MEYRAN (O.). — 1891 — Une herborisation du Mont-Cenis.
Revue de bot. - Bull. Soc. Fr. de bot. Toulouse, 1891.
- MEYRAN (O.). — 1900 — Excursion botanique au col de la Vanoise.
Ann. Soc. Bot. Lyon. 25: 720.
- MOLINIER (René). — 1935 — Etudes phytosociologiques et écologiques en Provence occidentale.
Thèse.
- MOLINIER (René). — 1954 — Sur la nature et la signification de divers bois de Pins dans le Sud-Est de la France.
8^e Congrès Inter. de Bot. Section 13. *Rapports et communications.* 35-38. Paris.
- MOLINIER (René). — 1954 — La hêtraie sans hêtre et l'étage du hêtre sans hêtraie.
Rev. For. Fr., 3: 145-150.

- MOLINIER (R.) et AYASSE (L.). — 1955 — Carte des groupements végétaux des environs de la Motte du Caire.
Rev. For. Fr., 696-707.
- MOLINIER (René). — 1959 — Après l'excursion internationale de Phytosociologie en Provence en mai-juin 1958.
Imprimerie Générale de Provence, Marseille, 12 p.
- MOLINIER (René). — 1954 — Cours de Géobotanique.
Office Universitaire de Polycopie, Aix-en-Provence, 127 p.
- MOOR (M.). — 1952 — Die Fagion - Gesellschaften im Schweizer Jura.
201 p. Berne.
- MOOR (M.). — 1960 — Zur Systematik der Querco-Fagetea.
Mitt. der Floristisch-soziolog. Arbeitsgemeinschaft, N.F. Heft 8.
- MOOR (M.). — 1963 — Pflanzengesellschaften als Geologische Zeiger im Jura *Regio Basiliensis*, 4 (1): 15-38.
- MORET (L.). — 1928 — Notice explicative d'une carte géologique de la Savoie et des régions limitrophes à l'échelle du 200 000^e (avec une carte tectonique et une planche de coupes).
Imp. Allier, Grenoble, 42 p.
- MOUGIN (P.). — 1931 — La restauration des Alpes (Ministère de l'Agriculture - Direction Générale des Eaux et Forêts, Eaux et Génie Rural).
Imprimerie Nationale, 584 p. Paris.
- NÈGRE (R.). — 1950 — Contribution à l'étude phytosociologique de l'Oisans. La haute vallée du Vénéon (Massif Meije - Ecrins - Pelvoux).
Phyton, 2 (1-3): 23-50.
- NÈGRE (R.). — 1959 — Recherches phytogéographiques sur l'étage de végétation aride (ss étage chaud) au Maroc occidental.
Travaux de l'Institut sciency. Chérifien. Série bot. 13. 385 p. Rabat.
- NIZENKO (A.A.). — 1956 — L'Ecole géobotanique franco-suisse à l'époque actuelle.
Rev. Bot. de l'U.R.S.S. 41 (6): 880-897.
- NOIRFALISE (A.). — 1954 — Sur les rapports statiques et dynamiques entre le sol et la végétation forestière. Quelques aspects des recherches effectuées en Belgique.
Ronéo.
- OBERDÖRFER (E.). — 1956 — Übersicht der Süddeutschen Pflanzengesellschaften. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland, 15 (1): 11-29.
- OFFNER (J.). — 1920 — Esquisse botanique de la région du Mont-Cenis et herborisation aux Evettes.
Bull. Soc. Bot. Fr.
- ONDE (H.). — 1938 — La Maurienne et la Tarentaise.
Thèse, 623 p. Arthaud, édit. Grenoble.
- ONDE (H.). — 1938 — L'homme et la nature intra-alpine. Particularités du paysage végétal et agricole en Maurienne et en Tarentaise.
Arthaud, 67 p. Grenoble.
- ONDE (H.). — 1941 — L'occupation humaine en Maurienne et en Tarentaise.
Rev. Géog. Alpine, 29: 223-264, 391-436.
- OZENDA (P.). — 1941 — La température, facteur de répartition de la végétation en montagne.
Les divisions écologiques du monde, 295-312. C.N.R.S.
- OZENDA (P.). — 1964 — Biogéographie végétale.
Ed. Doin, 374 p.
- PALLMANN (H.). — 1947 — Pédologie et Phytosociologie. Conférence donnée au Congrès international de Pédologie de Montpellier. Alger.
- PARDÉ (J.). — 1958 — Tanière de Pressler sans temps de passage.
Rev. For. Fr., 6: 399-409.
- PAVILLARD (J.). — 1935 — Eléments de sociologie végétale (Phytosociologie).
99 p. Hermann et Cie, édit. Paris.

- PEGUY (Ch.P.). — 1947 — Haute Durance et Ubaye. Esquisse physique de la zone intra-alpine des Alpes Françaises du Sud.
Arthaud, 314 p. Grenoble.
- PEGUY Ch.P.). — 1961 — Précis de climatologie.
Masson et Cie, édit. 347 p. Paris.
- PERRIER de la BATHIE et SONGEON. — 1863 — Aperçu sur la distribution des espèces végétales dans les Alpes de Savoie.
Bull. Soc. bot. Fr., 675-686.
- PERRIER de la BATHIE (E.). — 1909 — Introduction à un Catalogue raisonné des plantes vasculaires du District Savoisien des Alpes occidentales.
Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie, 1907-1908. 2^e Série. 168-194. Chambéry.
- PERRIER de la BATHIE (E.). — 1910 — Observations sur l'introduction à un catalogue raisonné des plantes vasculaires du District Savoisien des Alpes occidentales.
Bull. Soc. Hist. Nat. de Savoie. 2^e Série. 77-71.
- PERRIER de la BATHIE (E.). — 1911 — Additions à la flore de la Maurienne.
Bull. Soc. bot. Genève. 2^e S. 1911.
- PERRIER de la BATHIE (E.). — 1917-1928 — Catalogue raisonné des plantes vasculaires de Savoie, départements de la Savoie et Haute-Savoie, plateau du Mont-Cenis.
2 vol. Klincksieck, édit. Paris.
- PERS (R.). — 1937 — Recherches sur les durées d'insolation.
Thèse Sc. Paris (Bull. Sté Scient. du Dauphiné), 109-258.
- PETITMANGIN (M.). — 1907 — Aperçu sur la géographie botanique de la Maurienne et de la Tarentaise.
Bull. Acad. Géogr. bot., 16: 310-338. Paris.
- PRENANT (M.). — 1934 — Adaptation - Ecologie et Biocoenotique.
59 p. Hermann et Cie, édit. Paris.
- QUANTIN (A.). — 1935 — L'évolution de la végétation à l'étage de la chaîne dans le Jura méridional.
Thèse. 381 p. Paris.
- QUEZEL (P.). — 1950 — Les Mégaphorbiaies de l'étage subalpin dans le massif du Mercantour (Alpes-Maritimes).
Bull. Sté Bota. de Fr. 97 (10): 192-195.
- QUEZEL (P.) et RIOUX (J.A.). — 1950 — La notion de spectre en phytosociologie (spectre zonal réel).
Lajeunia, 14: 19-26.
- RAUSCHERT (St.). — 1963 — Beitrag zur Vereinheitlichung der soziologischen Nomenklatur.
Mitt. flor-soz. Arb. Gemeinsch. N.F. 10, 1963.
- REY (P.). — 1954 — Le Dynamisme de la Végétation et l'intérêt économique de la notion de climax.
VIII^e Congrès inter. Bot. Section 7, 93-99. Paris.
- REY (P.). — 1960 — Essai de phytocinétique biogéographique.
C.N.R.S. 399 p. Paris.
- REYNAUD-BEAUVERIE (M.A.). — 1936 — Le milieu et la vie en commun des plantes.
Lechevalier, édit. 237 p. Paris.
- RICHARD (J.L.). — 1960 — Application pratique de la phytosociologie et de la pédologie à quelques forêts d'épicéas du Jura.
Journ. forest. suisse. 4.
- RICHARD (J.L.). — 1960 — Les enclaves de végétation acidophile dans le Jura et le problème du climax.
in « Rapports du sol et de la végétation ».
Masson et Cie, 99-104. Paris.
- RICHARD (J.L.). — 1961 — Les forêts acidophiles du Jura. Etude phytosociologique et écologique.
Thèse, 164 p. Berne.

- RICHARD (J.L.). — 1962 — Note complémentaire. Comparaisons entre la Chartreuse et le Jura.
Annales de l'E.N.E.F. Stat. Rech. et Expér. **19** (3): 347-377.
- RIoux (J.L.). — 1958 — De quelques concepts en Biocénétique.
Bull. du Serv. Carte phytogéogr., série B. **3** (2): 127-150.
- ROBINSON (G.W.). — 1949 — Soils. Th. Murphy. 573 p. Londres.
- ROL (R.). — Cours d'Ecologie. Inédit.
Ecole Nat. des E. et F., Nancy.
- ROUSSEAU (L.Z.). — 1959 — De l'influence du type d'humus sur le développement des plantules de Sapin dans les Vosges.
Thèse Fac. Sc. Nancy.
- ROUSSINE (M.). — 1949 — L'évolution des théories phytosociologiques en Russie.
Vegetatio, Vol. I (1948) et **3**, fasc. 2-3.
- ROUSSINE (N.) et GOUNOT (M.). — 1957 — A propos d'un manuel récent de Phytosociologie: (Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde d'Ellenberg).
Bull. du Serv. Carte Phytogéogra. Série B, **2** (2): 51-61.
- SAINT-LAGER. — 1887 — Plantes récoltées en Haute-Maurienne.
Ann. Soc. bot. Lyon.
- SANSON (J.). — 1945 — Recueil de données statistiques relatives à la climatologie de la France.
Mémorial de la Météo. Nat., **30**. Paris. O.N.M. 148 p.
- SAUVAGE (Ch.). — 1950 — Remarques sur la notion de sociabilité.
Recueil des Trav. de l'Institut. Bota. de Montpellier. Fasc. 4.
- SCHLÜTER (H.). — 1957 — Ein Beitrag zur Frage ökologischer und sozialogischer Artengruppen.
Archiv für Forstwesen. **6** (1): 44-58.
- SEFALD (O.). — 1961 — Die Waldbodenvegetation der Bundsandstein - Standorte des Baar - Schwarzwalds und ihr ökologischer Zeigerwert.
Mitt. des Vereins für forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung. **2**: 79-91.
- SCHAEFFER (R.), MOREAU (R.). — 1958-59 — L'alternance des essences.
Bull. Soc. For. Franche-Comté. N° 1, 3-12; n° 2, 76-83; n° 5, 277-288.
- SLAVINSKY (W.). — 1933 — Les associations végétales de la Haute-Maurienne.
Varsovie. 1933.
- SOO (R.). — 1964 — Die regionalen Fagion. Verbände und Gesellschaften Südosteuropas.
Akadémi Kiadó, 104 p. Budapest.
- SOUKATSCHEFF (V.N.). — 1956 — Sur certains problèmes actuels de l'étude de la couverture végétale.
Rev. Bot. U.R.S.S. **4** L. n° 4: 476-486.
- SUSMEL (L.). — 1959-1960 — Saggio critico-sperimentale sulla applicabilità del metodo fitosociologico in selvicoltura. 3-137.
Annali del Centro di Economia montana delle Venezie. Padova. Vol. I.
- SUSPLUGAS (J.). — 1942 — Le sol et la végétation dans le Haut-Vallespir (Pyrénées-Orientales).
Stat. inter. de Géobotanique médit. et alpine. Montpellier. **79**, 225 p.
- TESSIER (M.L.). — 1907 — Note sur la distribution des essences forestières dans les Alpes occidentales.
Bull. Soc. for. Franche-Comté, **3**.
- THORNTHWAITE (C.W.). — 1948 — An approach toward arational classification of climate.
Geographical Review, 55-94.
- TOMASELLI (R.). — 1956 — Introduzione allo studio della Fitosociologia. Metodi di studio della vegetazione ad usa scientifico, agricolo e forestale.
Industria poligrafica lombardia. Milano. 320 p. + tableaux.

- TREGUBOV (S.). — 1934 — Etude forestière sur le *Picea Omorica*. Pane.
Ann. de l'E.N.E.F. et de la Stat. de Rech. et Exp. for. V (2): 117-178.
- TREGUBOV (S.) et div. — 1957 — Futaies jardinées du Sneznik. Monographie phytosociologique et forestière.
Inst. de l'Eco. for. et du bois de Slovenie. 163 p. Ljubljana.
- TURC (L.). — 1953 — Le bilan d'eau des sols.
Thèse.
Inst. Nat. Rech. Agro.
- TÜXEN (R.). — 1954 — Pflanzengesellschaft und Bodenprofil.
VIII^e Congrès inter. Bot. Section 7. 41-42. Paris.
- TÜXEN (R.). — 1955 — Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften.
Mitt. der Florist.-soziologi. Arbeitsgemeinschaft. 5: 154-176.
- TÜXEN (R.). — 1960 — Zur Systematik der west-und mitteleuropäischen Buchenwälder.
Bull. Inst. Agro. et des Stat. Rech. de Gembloux. Hors série. 1: 45-58.
- UTTINGER (H.). — 1949 — Die Niederschlagsmengen in der Schweiz.
1901-1940. Zurich.
- VERLOT (B.). — 1863 — Excursion botanique au Mont-Cenis.
Revue Horticole.
- VERLOT (B.). — 1865 — Guide du botaniste herborisant de Chambéry au Mont-Cenis.
Baillières et Fils, édit. 498-510. Paris.
- VERLOT (B.). — 1896 — Guide du botaniste herborisant. Herborisation aux Sources de l'Arc.
Baillières et Fils, édit. 620-628. Paris.
- VEYRET (P.). — 1944 — Les pays de la Moyenne Durance alpestre. Etude géographique.
Thèse.
Arthaud, édit. 595 p. Grenoble.
- VILMORIN (R. de) et GUINET (C.). — 1950. Haute-Maurienne.
Bull. Soc. bot. Fr. 98 (10): 97-103.
- VINEY (R.). — 1955 — Multiplicité des facteurs de production.
Rev. For. Fr., 130-137.
- WAGNER (H.). — 1954 — Gedanken zur Berücksichtigung der mehrdimensionalen Beziehungen der Pflanzengesellschaften in der Vegetationssystematik.
VIII^e Congrès inter. Bot. Paris. Section 7. 9-11.
- WILDE (S.A.). — 1954 — La symbiose des arbres et des organismes inférieurs: sa nature et son importance en sylviculture.
VIII^e Congrès inter. Bot. Section 13. 123-126. Paris.
- ZLATNIK (A.). — 1957 — Waldtypengruppen der tschechoslowakischen Wälder.
Pour la Science et l'Economie paysanne. Série A. Editions d'Etat (cette référence en russe). 2: 155-210.
-

NOTICE

Tableau général

Nous avons fait figurer en face de chaque espèce et pour chacune des unités figurant au tableau, deux chiffres :

— le premier correspond à un *coefficient de présence*

R. Espèces présentes dans moins de 10 % des relevés.

I. Espèces présentes dans 10 à 20 % des relevés.

II. Espèces présentes dans 20 à 40 % des relevés.

III. Espèces présentes dans 40 à 60 % des relevés.

IV. Espèces présentes dans 60 à 80 % des relevés.

V. Espèces présentes dans plus de 80 % des relevés.

— le second correspond à un *coefficient d'abondance-dominance* qui permet de nuancer le premier.

Pour éviter d'avoir à transcrire de gros chiffres, nous avons renoncé aux degrés de couverture tels qu'on peut les obtenir en observant que le chiffre 5 d'abondance-dominance correspond à 87,5 % de la surface couverte, etc., et avons simplement pris la moyenne des abondances-dominances multipliée par dix, en conservant les coefficients mêmes d'abondance-dominance et en affectant au signe + la valeur 0,5.

Par exemple, une espèce présentant dans cinq relevés les abondances-dominances ci-après : 5 ; 4 ; 3 ; + ; 1, a une abondance-dominance moyenne de

$$\frac{(5 + 4 + 3 + 0,5 + 1) \times 10}{5} = 27.$$

On pourra observer qu'il n'y a pas correspondance exacte entre les degrés de couverture retenus pour dessiner les spectres floristico-écologiques et les moyennes des coefficients d'abondance-dominance figurant dans le tableau général, par exemple, entre les degrés de couverture 87,5 et 62,5 correspondant aux coefficients 5 et 4 le rapport est de 1,4 alors qu'entre les coefficients eux-mêmes le rapport est de 1,25.

Ces différences sont minimales et n'entachent en rien, en tout état de cause, « l'homogénéité » de chacune des représentations de la structure des unités phytosociologiques.

RESUME

La haute vallée de la Maurienne, dans les Alpes occidentales françaises, présente le plus grand intérêt pour une étude de phytosociologie forestière: l'axe du talweg étant orienté d'est en ouest, les expositions de ses flancs y sont très tranchées; la direction des grandes zones tectoniques et pétrographiques est telle, en outre, qu'une même roche-mère se retrouve sur les deux versants opposés, ce qui permet de suggestives comparaisons; l'influence humaine, enfin, n'a pas été trop écrasante et ne paraît pas avoir modifié sensiblement la composition floristique de la plupart des forêts.

La première partie est consacrée à l'étude des méthodes suivies, dans les domaines de la phytosociologie, de la pédologie, de la climatologie et de l'auxométrie.

La plus importante de ces analyses, celle des associations, a été faite en distinguant des groupes écologiques.

Cette méthode permet, en effet, de bien mettre en relief la gradualité des variations de la végétation et les affinités de tous ordres — climatiques et édaphiques — que présentent entre eux certains groupements; elle permet, en outre, par la mise en évidence de caractéristiques stationnelles, de saisir un aspect important de l'écologie de tout le groupement.

Plusieurs tableaux donnent la liste des groupes écologiques et des espèces qui les composent, dont le comportement a été défini à partir de complexes de facteurs écologiques: au premier chef, l'économie de l'eau et la composition et la structure des horizons humifères.

La deuxième partie traite des caractères généraux de la Haute-Maurienne: le climat doit son originalité à sa sécheresse, qui explique le régime capricieux des gelées, le grand étalement des températures, le rapide réchauffement au printemps; les roches-mères, dont le rôle dans la pédogenèse est important à cause de l'érosion, sont très variées, certaines sont très siliceuses (quartzites) ou très carbonatées (cargneulles, gypses), tandis que d'autres présentent un caractère « mixte » (schistes lustrés); l'action humaine, enfin, est très ancienne et s'est surtout exercée sur les versants exposés au sud. L'analyse des éléments floristiques — essentiellement médio-européen et subméditerranéen — met surtout en relief la disparition du Hêtre et d'un nombre important des espèces de son cortège.

Dans la troisième partie sont analysées successivement les associations forestières et d'abord celles qui trouvent, dans la haute vallée, leur optimum.

Les pineraies de Pin sylvestre peuvent être groupées en deux ensembles : celles reposant sur sols calcimorphes connaissent des formes xérophiles à *Coronilla minima* et *Ononis rotundifolia*, méso-xérophiles, mésophiles enfin, où *Erica carnea* et les *Hylocomies* jouent le premier rôle ; celles reposant sur sols silicatés sont moins variées, car elles sont liées aux expositions sud ; elles sont caractérisées par *Deschampsia flexuosa* et *Minuartia laricifolia*.

Les pineraies de Pin à crochets qui surmontent en altitude les précédentes et que l'on rencontre, par conséquent, dans l'étage sub-alpin — à l'exception de certaines d'entre elles qui, sur gypse superficiel, occupent l'étage montagnard — sont liées aux seuls sols calcimorphes et présentent des formes vicariantes de celles des pineraies de Pin sylvestre sur ces mêmes sols.

Les sapinières, sans Hêtre, à Epicéa, sur sol brun plus ou moins lessivé, sont caractérisées autant par l'absence d'un nombre important d'espèces du cortège des Hêtraies montagnardes (*Asperula odorata*, *Festuca silvatica*, *Elymus Europaeus*, etc.) que par l'abondance d'autres espèces, dont *Melampyrum silvaticum*. On peut distinguer deux faciès extrêmes : l'un à *Carex alba*, sur sol sub-calci-morphe ; l'autre à *Saxifraga cuneifolia* sur sol à moder. Elles sont localisées dans l'étage montagnard, sur versants frais.

Les pessières, toutes subalpines, présentent deux types extrêmes : sur les versants exposés au nord, il s'agit de pessières mésophiles à *Vaccinium Myrtillus*, tandis que sur les versants exposés au sud il s'agit de pessières xérophiles où *Vaccinium Vitis idaea* et *Arctostaphylos Uva-ursi* jouent le premier rôle.

Les pineraies de Pin Cembro développées sur sols podzoliques et dans l'étage subalpin supérieur, présentent une localisation analogue, étant noté que, sur les versants secs, elles sont rares et fragmentaires ; dans les pineraies mésophiles dominant soit les *Vacciniées* et *Rhododendron ferrugineum*, soit une graminée, *Calamagrostis villosa*.

L'aulnaie verte, sur sol brun colluvial à mull, est caractérisée par l'abondance des espèces des mégaphorbiaies.

A côté de cet ensemble d'associations essentiellement formées d'espèces résineuses, on rencontre deux groupes d'associations marginales : des hêtraies, riches surtout en *Polygala Chamaebuxus* et *Céphalanthères* et une chénaie pubescente très appauvrie floristiquement.

Dans la dernière partie, les grands facteurs écologiques qui permettent d'« expliquer » les associations décrites, sont brièvement analysés dans une perspective d'ensemble, d'où il ressort que si, dans chaque étage, à une exposition donnée, apparaissent des phénomènes de convergence d'évolution des sols qui permettent de

définir un « climax climatique », ces phénomènes sont souvent freinés de façon permanente par l'érosion; à la notion de climax unique doit donc être substituée celle d'« essaim de climax », et ce, d'autant plus que l'on s'éloigne de l'étage subalpin.

Est ensuite envisagée, dans un esprit de synthèse, et comme conclusion à l'étude critique faite dans la première partie sur la méthode des groupes écologiques, l'importante question de la classification des unités phytosociologiques.

Une brève analyse des problèmes sylvicoles posés aux forestiers termine notre étude des associations forestières de la Haute-Maurienne.

SUMMARY

The high valley of the Maurienne, in french western Alps, is most interesting for a study of forest phytosociology: the axis of the valley-bottom has an east-west orientation and subsequently the aspects of the slopes are very contrasted; according to the direction of the great tectonic and petrographic zones, the same parent material is to be found on the opposite slopes, and this enables to make significant comparisons; finally human influence hat not been too marked, and does not seem to have perceptibly altered the floristic grouping of most forests.

The first part deals with the study of the methods which are used for plant sociology, soil science, climatology and auxometry.

The most important analysis concerns communities, and is based on the distinction of ecological groups.

Thus this method enables to make apparent the scaling of vegetation variations and all kinds of affinities — climatic, and between water, soil and root — which exist between some groups. Besides it enables, while showing clearly site characteristics, to know an essential aspect of the whole group ecology.

Several tables give the list of ecological groups with the constituent species, the behaviour of which we defined according to the complex sets of ecological factors: essentially the économy of water, and composition and structure of humus enriched horizons.

The second part deals with the general features of « Haute-Maurienne »: the originality of the climate is due to its drought which explains the irregularity of frosts, the wide range of temperature, the rapid increas of temperature in spring; the parent materials, which have a great influence in sol formation, owing to erosion, are very diverse — some are very siliceous (quartzite) or very carbonaceoux (« cargneule », gypsum), whereas others appear as « mixed » material (« schistes lustrés »); human influence is very old and affected mainly slopes with south aspect. The analysis of floristic element — chiefly medio-european and submediterranean — stresses the disappearance of bech and of numerous species of its suite.

In the third part are successively examined the forest communities, and first those which live in the high valley with optimum conditions.

We can divide the pineta of Scotch Pine into two groups: on the one hand, those standing on calomorph soils present xerophilous forms with *Coronilla minima* and *Ononis rotundifolia*, mesoxerophilous and lastly « mesophilous » forms, where *Erica carnea* and *Hylocomia* pl. sp. take the first part; those standing on silicate soils are not so diverse for they depend on southern aspects; *Deschampsia flexuosa* and *Minuartia laricifolia* are typical of these pineta.

The pineta of *Pinus uncinata*, which stay higher than the former ones and for that reason are represented in the subalpine stage — except some of them which live in the montane stage on shallow gypsum — depend only on calomorph soils and present vicarious forms for those of pineta of Scotch Pine on the same soils.

The fir-woods, without beech but with spruce, standing on more or less leached brown soils are characterized as well by the absence of many species belonging to the suite of montane beech-forests (*Asperula odorata*, *Festuca silvatica*, *Elymus Europaeus*, etc...) as by the abundance of other species, among which *Melampyrum silvaticum*. Two extreme aspects can be distinguished: one with *Carex alba* on sub-calomorph soil, the other with *Saxifraga cuneifolia* on surface mull. They are situated in the montane stage, on fresh slopes.

The piceta, which are all subalpine, show two extreme types: mesophilous piceta with *Vaccinium Myrtillus* on slopes with northern aspect, and xerophilous piceta on slopes with southern aspect, where *Vaccinium Vitis-Idaea* and *Arctostaphylos Uva-ursi* take the first part.

The spruce-stands of *Pinus cembra* growing on podzolic soils and in the upper subalpine stage show a similar location, but we must remark that, on dry slopes, they are rare and fragmentary; in the « mesophilous » Pineta predominate either the vacciniaceous plants and *Rhododendron ferrugineum*, or a graminaceous plant, *Calamagrostis villosa*.

Green alder stand, on colluvial brown soil with soft humus, is characterized by the abundance of the species of « megaphorbiaes ».

Besides this set of associations essentially made up with resinous species, there are two groups of marginal associations: beech-stands, with mainly *Polygala Chamaebuxus* and *Cephalenteres* and stands of *Quercus lanuginosa* with a very reduced flora.

In the last part are shortly analysed in a comprehensive view the great ecological factors which allow to « explain » the studied

associations; then it appears that if, in each stage and with a definite aspect, we can notice the convergence of soils formation, which enables to determine à « climatic climax », these occurrences are oft continuously minimized by erosion; the idea of « swarm of climax » must be substituted for the idea of single climax, more especially as we move away from the subalpine stage.

Then the important question of the classification of phytosociology units is considered in a synthetic view and as conclusion for the critical study made in the first part and concerning the method of ecological groups.

Our study of forest communities in Haute-Maurienne ends with a short survey of the silvicultural problems faced by the foresters.

Traduction B. ENGELMANN.

ZUSAMMENFASSUNG

Das obere Tal der Maurienne in den französischen Westalpen ist für ein Studium der Waldvegetation von grösstem Interesse: Da die Achse des Flusses von Osten nach Westen verläuft, sind die Expositionen ihrer Abhänge sehr verschieden; die Richtung der grossen tektonischen und petrographischen Zonen ist ausserdem so beschaffen, dass man ein und dasselbe Muttergestein auf den beiden entgegengesetzten Abhängen vorfindet, was anregende Vergleiche erlaubt; der menschliche Einfluss schliesslich, ist nicht zu stark gewesen und scheint die floristische Zusammensetzung der Mehrzahl der Wälder nicht wesentlich verändert zu haben.

Der erste Teil ist dem Studium der angewandten Methoden auf dem Gebiet der Pflanzensoziologie, der Bodenkunde, der Klimatologie und der Messung des Zuwachses gewidmet.

Die wichtigste dieser Untersuchungen, die der Assoziationen wurde unter Ausscheidung ökologischer Gruppen durchgeführt.

Diese Methode erlaubt es nämlich, die Veränderlichkeit der Vegetation und jede Verwandtschaft — klimatische und edaphische — die bestimmte Gesellschaften untereinander zeigen, gut zu veranschaulichen; si ermöglicht es ausserdem durch die Aufzeichnung standörtlicher Merkmale eine wichtige Seite der Ökologie der ganzen Gesellschaft zu verstehen.

Mehree Tabellen geben die Liste der Ökologischen Gruppen und der Arten, die sie zusammensetzen wieder; ihr Verhalten wurde ausgehend von Komplexen ökologischer Faktoren untersucht: in erster Linie der Wasserhaushalt und die Zusammensetzung und Struktur der Humushorizonte.

Der zweite Teil behandelt die allgemeinen Merkmale der oberen Maurienne: Die Eigentümlichkeit des Klimas ist durch seine Trockenheit bedingt, was das unregelmässige Auftreten der Pröste, den grossen Unterschied der Temperaturen, die schnelle Erwärmung im Frühjahr erklärt; die Muttergesteine, deren Rolle für die Bodenbildung wegen der Erosion wichtig ist, sind sehr verschiedenartig, einige sind sehr silikathaltig (Quarzite) oder sehr kalkreich (« *cagneules* », Gipse), während andere gemischten Cha-

rakter haben (Bundnerschiefer); der Einfluss des Menschen endlich, ist sehr alt und hat sich vor allem auf den Südhängen ausgewirkt. Die Untersuchung der floristischen Elemente — im wesentlichen mitteleuropäisch und submediterran — offenbart vor allem das Verschwinden der Buche und einer bedeutenden Zahl sie begleitender Arten.

Im dritten Teil sind nacheinander die Waldgesellschaften untersucht worden und zwar zuerst die, deren Optimum sich im oberen Tal befindet.

Die Kiefernwälder mit *Pinus silvestris* können zu zwei Einheiten zusammengefasst werden: diejenigen, die auf Kalziumhaltigen Böden stocken, besitzen xerophile Formen mit *Coronilla minima* und *Ononis rotundifolia*, mesoxerophile und schliesslich mesophile Formen in denen *Erica carnea* und die *Hylocomiceten* die wichtigste Rolle spielen; diejenigen, die auf silikathaltigem Boden stocken, sind weniger unterschiedlich, denn sie sind an die Südexposition gebunden: sie sind gekennzeichnet durch *Deschampsia flexuosa* und *Minuartia laricifolia*.

Die Kiefernwälder mit *Pinus uncinata*, die die vorhergehenden in grösserer Höhe ablösen und die man also in der subalpinen Stufe findet — mit Ausnahme von einigen unter ihnen, die auf flachgründigem Gips die montane Stufe besiedeln — sind ausschliesslich an Kalziumhaltige Böden gebunden und zeigen Formen, die den Kiefernwäldern mit *Pinus silvestris* auf denselben Böden entsprechen.

Die Tannenwälder ohne Buche, mit Fichte, auf mehr oder weniger lessivierter Braunerde sind ebenso durch das Fehlen einer bedeutenden Anzahl von montanen Buchenwälder begleitende Arten (*Asperula odorata*, *Festuca silvatica*, *Elymus europaeus*, etc...) gekennzeichnet wie durch das reichliche Vorhandensein anderer Arten wie *Melampyrum silvaticum*. Man kann zwei äusserst verschiedene Facies unterscheiden: eine mit *Carex alba* auf subkalziumhaltigem Boden; die andere mit *Saxifraga cuneifolia* auf Moder. Sie befinden sich in der montanen Stufe auf frischen Hängen.

Die Fichtenwälder, die alle in der subalpinen Stufe liegen, zeigen zwei äusserst verschiedenen Typen: auf den Nordhängen handelt es sich um mesophile Fichtenwälder mit *Vaccinium Myrtillus*, während es sich auf den Südhängen um xerophile Fichtenwälder handelt, wo *Vaccinium Vitis-idaea* und *Arctostaphylos Uva-ursi* die wichtigste Rolle spielen.

Die Kiefernwälder mit *Pinus cembra*, die auf Podsolen und in der oberen subalpinen Stufe ausgebildet sind, zeigen ein entsprechendes Vorkommen, wobei bemerkt sei, dass sie auf den trockenen Hängen selten und unvollständig ausgebildet sind; in den mesophilen Kiefernwäldern überwiegen die *Vaccinieten* und *Rhododendron ferrugineum*, oder ein Gras, *Calamagrostis villosa*.

Der Grünerlenwald auf colluvialer Braunerde mit Mull ist durch die Häufigkeit der Arten des *Megaphorbium*s gekennzeichnet.

Neben dieser Gesamtheit von Associationen, die im wesentlichen von Nadelholzarten gebildet werden, findet man zwei Randgesellschaften: Buchenwälder, die reich vor allem an *Polygala chamaebuxus* und *Cephalantheren* sind und einen floristisch sehr verarmten Flaumeichenwald.

Im letzten Teil sind die wesentlichen ökologischen Faktoren, die es erlauben, die beschriebenen Associationen zu erklären, kurz in einer Gesamtübersicht untersucht worden, woraus deutlich hervorgeht, dass, wenn in jeder Stufe mit gegebener Exposition das Phänomen der Übereinstimmung der Bodenentwicklung, das erlaubt, einen « klimatischen Klimax » zu definieren, auftritt, diese Entwicklung doch häufig durch die Erosion für immer gebremst ist; an die Stelle des Begriffes eines einzigen Klimax muss also der des « Klimaxschwarm » gesetzt werden und dies umsomehr, als man sich von der subalpinen Stufe entfernt.

Dann wird als Synthese und als Schlussfolgerung des vergleichenden Studiums, das im ersten Teil über die Methode der ökologischen Gruppen angestellt wurde, die wichtige Frage der Klassifizierung der phytosoziologischen Einheiten geprüft.

Ein kurze Betrachtung der waldbaulichen Probleme, die sich dem Forstmann stellen, beendet unsere Untersuchung der Waldgesellschaften der Haute-Maurienne.

Traduction A. von DANIELS.

Imprimerie Georges Thomas - Nancy - Dépôt légal III-1966 - N° 715

